This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

24283
HN SKEW P

KF 24283

Harvard College Library

FROM

Gratis.

10 Dec. 1896.

Digitized by Google

Untersuchungen

über die

Bodentemperaturen

an den

forstlich-meteorologischen Stationen

in Elsass-Lothringen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

an der

Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg

von

Wilhelm Boller

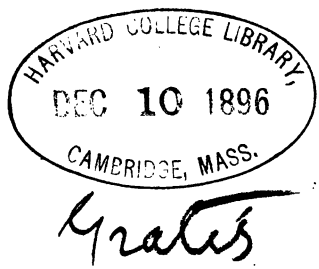
aus Frankfurt am Main.

STUTTGART.

1894.

Digitized by Google

~~Net 1461.2~~
~~Ph G 2208.94~~
KF 24283



Von der Facultät genehmigt am 13. Januar 1894.

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger), Stuttgart.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Einleitung 185

I. Literatur.
A. Bearbeitungen von Beobachtungsmaterial.
B. Beobachtungsmaterial.
C. Theoretisches.

II. Die forstlich-meteorologischen Stationen zur Messung der Erdbodentemperaturen 186
1. Lage der Stationen.
Höhenlage; geographische Koordinaten; Bodenbeschaffenheit; Feld- und Waldstationen.
2. Art der Beobachtungen.
Korrektionen.

III. Die Bearbeitung der Bodentemperaturen 188
A. Berechnung.
B. Graphische Darstellung.

IV. Die zehnjährigen Mittel und der normale jährliche und monatliche Gang der Erdbodentemperaturen 194
1. Verlauf der Jahresmittel mit der Tiefe 194
a) Feldboden.
b) Waldboden.
2. Jahresmittel der Temperatur der Luft und des Bodens in 1,20 m Tiefe. Einfluss der Erhebung über den Meeresspiegel und der geographischen Breite 195
a) Feldboden 195
b) Waldboden 197
c) Feld- und Waldboden 197
3. Jahres- und Monatsmittel der Temperatur der Luft und der Oberfläche des Bodens. Einfluss der Schneedecke 198
a) Feldboden 198
A. Mittel 198
B. Einfluss der Schneedecke 201
b) Waldboden 205
A. Mittel 205
B. Einfluss der Schneedecke 206
c) Feld- und Waldboden 208
4. Der Gang der Temperatur des Bodens in den verschiedenen Tiefen . . 210
a) Feldboden 210
b) Waldboden 215
c) Feld- und Waldboden 217
5. Die Erdbodentemperaturen um 8 Uhr Vormittags und 2 Uhr Nachmittags 219

Digitized by Google

Seite

V. Die Extreme der Temperatur der Luft und des Bodens in den verschiedenen Schichten 223
1. Die Extreme aus den 10jährigen Monatsmitteln 223
2. Die Extreme aus den 10tägigen Mitteln 225
3. Die Extreme aus den Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen . . . 226
4. Die absoluten Extreme 229
5. Die Mittelwerthe aus den Extremen 240
6. Extreme Wärme- und Kälteperioden 240
7. Die Temperaturextreme um 8 Uhr Vormittags und 2 Uhr Nachmittags 241
VI. Störungen im regelmässigen Gang der Wärmebewegung im Erdboden . . 241
A. Bodenart.
Korn.
Lockerung.
Emissionsvermögen.
Absorptionsvermögen.
Farbe.
Neigung des Geländes.
B. Einfluss der Niederschläge und der Bewölkung 245
1. Einfluss der Bewölkung
a) auf die Lufttemperatur 248
b) auf die Bodentemperatur 252
2. Einfluss der Niederschläge 258
VII. Schluss 260

Digitized by Google

Einleitung.

Wissenschaftliche Bearbeitungen von Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens in verschiedenen Tiefen liegen bis heute nur in geringer Anzahl vor (A), wie auch andererseits das Beobachtungsmaterial (B) äusserst dürftig ist. Die Bearbeitung desselben ging meist darauf aus, Stützpunkte für die mathematische Theorie der Wärmeleitung (C), wie sie von Fourier und Poisson aufgestellt ist, herzuleiten, während der richtige Weg, die Theorie nach den Beobachtungen zu modificiren, bisher noch nicht eingeschlagen wurde. Das mathematisch-physikalische Problem der Wärmevertheilung im Erdboden kann auch nur dann erst in genügender Weise gelöst werden, wenn die wissenschaftlichen Bearbeitungen des vorhandenen Beobachtungsmaterials sich gemehrt haben und sämmtliche Ursachen der Wärmevertheilung im Erdboden aus denselben richtig erkannt und bestimmt worden sind[1].

Die folgende Bearbeitung der Beobachtungsreihen, welche seit 1875 an den forstlich-meteorologischen Stationen von Elsass-Lothringen — Hagenau, Neumath und Melkerei — ausgeführt werden, soll zur Erkenntniss der Wärmevertheilung im Erdboden einen Beitrag liefern.

I. Literatur[2].

A. Edm. Becquerel und Henri Becquerel: Eine Reihe von Abhandlungen in:

Comptes rendus	1872.	74.	Bd.	No.	4.	p.	212.
„ „	1873.	76.	„	„	6.	„	310.
„ „	1877.	84.	„	„	12.	„	515.
„ „		85.	„	„	6.	„	340.
„ „		85.	„	„	24.	„	1115.
„ „	1878.	86.	„	„	20.	„	1222.
„ „	1882.	94.	„	„	17.	„	1147.

H. Wild: Ueber die Bodentemperaturen in St. Petersburg und Nukuss. Repertorium für Meteorologie. VI. 4. St. Petersburg 1878.

[1] Franz, Commissionsbericht über die Bodenthermometer-Station Königsberg i. Pr. Schriften der physik.-ökon. Gesellschaft. XXXI. 1891. p. 4 d. Sitzungsber.

[2] In dieser Zusammenstellung sind nur die für unsere Arbeit wichtigsten Schriften aufgeführt.

Digitized by Google

Lamont: Eine Reihe von Abhandlungen, erschienen in den Annalen der K. Sternwarte bei München 1860—1883. Zusammenstellung in Singer.
Singer: Die Bodentemperaturen an der K. Sternwarte bei München und der Zusammenhang ihrer Schwankungen mit den Witterungsverhältnissen. München 1890.
E. Leyst: Ueber die Bodentemperatur in Pawlowsk. Rep. für Meteorol. XIII. 7. St. Petersburg 1890.
— Untersuchungen über die Bodentemperatur in Königsberg i. Pr. Schriften der physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. XXXIII. Jahrg. 1892.
B. Angabe und Besprechung der älteren Beobachtungsreihen in: H. Wild l. c.
E. Dorn: Die Station zur Messung von Erdtemperaturen zu Königsberg i. Pr. Schriften der physik.-ökonom. Ges. XIII. 1872.
Weitere Königsberger Beobachtungen in: Schriften der physik.-ökonom. Ges. XV. p. 1—6; XVI. p. 7—22; XVII. p. 77—92; XVIII. p. 170—184; XX. p. 147—161; XXIII. p. 1—26; XXVII. p. 9—32 c.; XXVIII. p. 1—26; XXIX. p. 1—26; XXX. p. 1—26.
Mischpeter: Beobachtungen der Station zur Messung der Temperatur der Erde in verschiedenen Tiefen zu Königsberg i. Pr. Schriften der physik.-ökonom. Ges. 1891. XXXI. p. 33.
K. Sternwarte bei München: Annalen. Seit 1860. cf. Lamont l. c.
Jahres- (und Monats-)Bericht über die Beobachtungsergebnisse der forstlich-meteorol. Stationen in Preussen. Berlin. Von 1874 an.
Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern; ed. Carl Lang und Fritz Eck seit 1878.
Jahres- (und Monats-)Bericht über die Beobachtungsergebnisse der forstlich-meteorol. Stationen in Elsass-Lothringen. Strassburg. Trübner. Von 1882 (1882—1890) an.
Internationale Polarforschung. Die Beobachtungsergebnisse der deutschen Stationen. Bd. II. Süd-Georgien. Berlin 1886.
C. Fourier: Théorie analytique de la chaleur.
Poisson: Théorie mathém. de la chaleur. Chap. XII. Paris 1835.
Frölich: Ueber den Einfluss der Absorption der Sonnenwärme in der Atmosphäre auf die Temperatur der Erde. Inauguraldissertation 1868.
— Zur Theorie der Erdtemperatur. Schlömilch's Zeitschrift für Mathem. und Physik. XVI.
A. Quetelet: Mémoire sur les variations diurne et annuelle de la température et en particulier de la température terrestre etc. Mémoire de l'Acad. de Bruxelles. X. 1836. p. 66.
Schmidt: Theoretische Verwerthung der Königsberger Bodentemperatur-Beobachtungen. Schriften der physik.-ökonom. Ges. Königsberg. XXXI. 1891.
H. Becquerel: Mémoire sur les températures sous le sol au Muséum d'histoire naturelle, pendant l'hiver 1890—91. Comptes rendus. 113. II. 1891. p. 483.
Wild l. c.

II. Die forstlich-meteorologischen Stationen zur Messung der Erdbodentemperaturen.

1. Lage der Stationen.

1. Die drei forstlich-meteorologischen Stationen in Elsass-Lothringen sind:

Hagenau (48^0 50′ N., 7^0 48,1′ ö. von Greenwich).
Neumath (48^0 59′ N., 7^0 17,6′ ö. „ „).
Melkerei (48^0 25′ N., 7^0 17,6′ ö. „ „).

Hagenau liegt 145 m, Neumath 340 m und Melkerei 930 m über dem Meeresspiegel.

Digitized by Google

2. Der Boden[1] der Station Hagenau ist ein mit Kies gemengter humushaltiger Diluvialsand mit Thonunterlage auf 1,50 m Tiefe; derjenige bei Neumath ein Verwitterungsproduct der unteren Muschelkalkformation, tiefgründig und frisch; der bei Melkerei ein Verwitterungsproduct aus grobkörnigem feldspathreichen Granit, locker und tiefgründig.

3. Alle drei Stationen sind jeweils Wald- und Feldstationen.

Die Waldstation Hagenau befindet sich in einem 65—75-jährigen Kiefernbestande, Neumath in einem 59jährigen und Melkerei in einem 70—90jährigen Buchenwalde.

Die Feldstation Neumath liegt an einem westlichen Hang mit 2°, Melkerei an einem südöstlichen mit 17° Neigung.

4. Die Entfernung der Feldstation von der Waldstation beträgt bei:

Hagenau	1860 m,
Neumath	910 m,
Melkerei	420 m.

Die Feldstation Hagenau ist 1270 m,
Neumath 250 m und
Melkerei 55 m
vom nächsten Waldrande entfernt.

2. Art der Beobachtungen.

Die Beobachtungen der Temperatur der Luft werden bei Hagenau und Neumath 1,50 m, bei Melkerei 1,10 m über dem Erdboden angestellt, die des Erdbodens an der Oberfläche (0 m) und in den Tiefen: 0,15 m, 0,30 m, 0,60 m, 0,90 m, 1,20 m. Die Luftthermometer hängen frei. Das Oberflächenthermometer, sowie das der Schicht 0,15 m haben, so weit sie aus dem Boden hervorragen, eine Schutzhülse von Eisenblech. Die übrigen Erdbodenthermometer sind nach den Lamont'schen Angaben[2] in Schächte, welche mit Eichenholzwänden ausgekleidet sind, eingelassen. Die Quecksilberkugel ist bei Hagenau und Melkerei nach Norden, bei Neumath Feld nach Süden und bei Neumath Wald nach Südosten frei.

Die Ablesung selbst erfolgt in Zehntel-Graden nach Celsius. Ein Wechsel der Instrumente trat öfters ein. Die abgelesenen Werthe wurden von mir nach den für die einzelnen Thermometer bestimmten Correctionen umgerechnet; es kann daher von einer Zusammenstellung der Thermometer, wie sie zu verschiedenen Zeiten im Gebrauch waren, abgesehen werden. Wenn auch die Correction des Nullpunkts unserer Instrumente sicher bestimmt war, so bleibt immerhin die Reduction der Thermometerangaben eine ungenaue. Denn der Quecksilberfaden geht im Erdboden durch verschieden

[1] Entnommen aus Jahresbericht über die Beobachtungsergebnisse in Elsass-Lothringen. Vorbemerkung.

[2] Lamont, Ueber die Messung der Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen, nebst Beobachtungen u. s. w. Annalen der K. Sternw. b. München. IV. Suppl. Bd. 1863. p. 91—112.

Digitized by Google

warme Schichten, welche einzeln die Bewegung des Fadens beeinflussen müssen. Strenge genommen müsste daher für jede Ablesung eine eigene Correction anzubringen sein. So haben auch Bruhns [1] und Dorn [2] für die von ihnen benutzten Thermometer mittlere monatliche Correctionen berechnet. Von einer Verwerthung derselben für unsere Instrumente konnte ich absehen, da unsere Beobachtungswerthe nur in Zehntel-Graden angegeben sind, obige Correctionen aber in der Regel nur die zweite Decimale beeinflussen [3].

Die Beobachtungen an genannten drei Stationen erfolgen seit dem Jahre 1875 täglich zweimal, in den Feldstationen Vormittags 8 Uhr und Nachmittags 2 Uhr Ortszeit, in den Waldstationen eine halbe Stunde später.

Von dem Ministerium des Innern von Elsass-Lothringen waren mir die meteorologischen Originalaufzeichnungen gütigst zur Verfügung gestellt worden. Zur Bearbeitung wählte ich die zehnjährige Periode 1882—91.

Meine Aufgabe ging zunächst dahin:

1. Die in dieser Periode gemachten Temperaturaufzeichnungen zu controliren und zu reduciren;

2. Mittelwerthe, welche unabhängig von localen Störungen sind, zu ermitteln, und

3. den mittleren Temperaturgang in allen Tiefen graphisch darzustellen.

Es wurden in Folgendem, wenn nichts Weiteres bemerkt ist, für die Erdbodentemperaturen die Mittel aus den Vor- und Nachmittagswerthen, für die Luft die aus den täglichen Maximis und Minimis genommen.

III. Die Bearbeitung der Bodentemperaturen.

A. Da die Beobachtungen täglich nur zweimal angestellt werden, ist es unmöglich, den täglichen Gang der Temperatur des Erdbodens in verschiedenen Tiefen auf Grund der vorliegenden Aufzeichnungen zu verfolgen. Es müssten für diesen Fall stündliche [4] Beobachtungen vorliegen.

Die „Monatsberichte über die Beobachtungsergebnisse der forstlich-meteorologischen Stationen in Elsass-Lothringen“ [5] enthalten fünftägige Mitteltemperaturen des Erdbodens. Die Berechnung derselben erfolgte derart, dass das Jahr in fünftägige Perioden getheilt wurde. Wenn, wie z. B. im Januar, ein Tag über die fünftägige Periode überschoss, so wurde er dem nächsten Monat

[1] C. Bruhns, Resultate aus den meteorol. Beob. in Sachsen für die Jahre 1866—1871. 3. 4. Jahrg. Bruhns, Ueber die Beobachtung der Erdbodentemperaturen. Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien. Protokolle 1873. p. 105.

[2] Dorn, l c. p. 54.

[3] cf. Becquerel. Compt. rend. 113. 1891. Bruhns, l. c.

[4] E. Leyst, Bodentemperaturen in Pawlowsk l. c. p. 309.

[5] Strassburg i. E.: Trübner. Erschienen bis März 1891.

Digitized by Google

zugerechnet. Beim Februar nahm man ausserdem behufs Herstellung der fünftägigen Mittel noch den ersten März hinzu. In diesen Zahlenreihen sind die Einflüsse localer Störungen so beträchtlich, dass sie zu weiteren Untersuchungen nicht brauchbar sind.

Die nach obigen Grundsätzen gefundenen zehntägigen Mitteltemperaturen des Erdbodens liessen erst in 0,90 m Tiefe einen gesetzmässigen Temperaturgang erkennen. Die Gesetzmässigkeit zeigt sich im Walde auch schon in weniger tiefen Schichten und ist im Hochboden (Melkerei) ausgeprägter wie in der Ebene (Hagenau).

Es wurde daher die monatliche Periode berechnet. Bei der Feststellung derselben wich ich von der vorigen Berechnungsweise ab und zog sämmtliche Tage des betreffenden Monats in Rechnung, berücksichtigte also die fünftägigen Mittel nicht mehr.

Die auf diese Weise berechneten Monats- und Jahresmittel der zehnjährigen Periode 1882—91 enthalten Tabelle 1 und 2 (p. 190. 191). Sie bilden die Grundlage für unsere weiteren Untersuchungen.

Die Aenderung der Temperatur des Erdbodens mit der Zeit lässt sich genügend verfolgen, wenn man die Temperaturwerthe von 10 zu 10 Tagen berücksichtigt. Die Hochstation zeigte, wie wir gesehen haben, die geringsten Abweichungen vom gesetzmässigen Temperaturverlaufe. Es wurden aus diesem Grunde nur für den Feld- und Waldboden der Station Melkerei die zehnjährigen Mittel der Temperaturen von 10 zu 10 Tagen, alljährlich mit dem 1. Januar beginnend, bestimmt (Tabelle 3).

B. Um die directe Vergleichung des Temperaturverlaufes in dem Feld- und Waldboden zu ermöglichen, wurde für jeden der Temperaturgang in allen Bodenschichten unter der Voraussetzung, dass zwischen den einzelnen Bodenschichten und den Terminen der Temperaturverlauf ein gleichmässiger sei, graphisch dargestellt.

a) Tafel VI und VII stellt in photozinkographischer Verkleinerung den jährlichen Gang der Temperatur der einzelnen Bodenschichten der Station Melkerei dar, wie er sich aus den Monatsmitteln ergiebt. Die Ordinaten vertreten die Temperaturen, die Abscissen die Monatszahlen. Das Monatsmittel liess ich mit dem 15. eines jeden Monats zusammenfallen[1].

b) Tafel VIII enthält die aus den Monatsmitteln berechneten Isoplethen der Bodentemperatur der Station Melkerei in Bezug auf die Bodentiefe und den Jahresverlauf[2]. Durch sie können wir sämmtliche normalen Aenderungen und Vertheilungen der Bodentemperatur überblicken. Schnitte von links nach rechts geben den jährlichen Gang der Temperatur in jeder Tiefe; schneiden wir von oben nach unten, so finden wir für jedes beliebige Datum die gleichzeitigen Temperaturen in allen Tiefen[3].

c) Tafel IX stellt auf Grund der Temperaturmittel von 10 zu 10 Tagen die Isoplethen des Feld- und Waldbodens von Melkerei dar.

[1] cf. Leyst, Bodentemperaturen in Pawlowsk l. c. Tafel 3.
[2] cf. Wollny, Einfluss der Pflanzendecke. Tafel 3 ff.
[3] Singer, l. c. p. 9.

Digitized by Google

Tabelle 1.

Monats- und Jahresmittel 1882—91.

Feldstationen.

Hagenau.

Monat	+1,5 m	0 m	−0,15 m	−0,3 m	−0,6 m	−0,9 m	−1,2 m	Mittel 0—1,2 m
Januar	−0,4	0,2	0,4	1,0	2,3	3,4	4,3[1]	1,9
Februar	1,4	1,1	0,9	1,2	2,0	2,8	3,6[1]	1,9
März	4,7	4,1	3,3	3,3	3,8	4,0	4,6[1]	3,9
April	9,5	10,1	8,6	7,9	7,9	7,5	7,3[1]	8,2
Mai	14,5[1]	16,2	14,2	13,1	12,7	11,7	10,8[1]	13,1
Juni	17,9[1]	20,6	18,4	17,0	16,5	15,4	14,3[1]	17,0
Juli	18,8	21,5	19,3	18,3	18,1	17,1	16,2	18,4
August	17,9	19,5	17,6	17,2	17,4	16,9	16,4[1]	17,5
September	15,0	15,6[1]	14,3	14,5	15,1	15,2	15,2	15,0
October	9,3	9,6[1]	9,3	9,6	11,0	11,9	12,4	10,7
November	4,6	5,0	4,5[1]	5,7	7,2	8,3	9,2	6,7
December	0,4	1,6	1,8	2,4	4,0	5,2	6,2[1]	3,5
Mittel	9,4[1]	10,4[1]	9,4[1]	9,3	9,8	9,9	10,0[1]	9,8

Neumath.

Januar	−0,6	0,7[1]	1,1	1,2[1]	1,8[1]	2,6[1]	3,7[1]	1,8
Februar	1,0	1,3	1,1	1,4[1]	1,6[1]	2,2[1]	3,1[1]	1,8
März	3,5	3,8	2,6	2,9[1]	3,0[1]	3,1[1]	3,6[1]	3,1
April	8,0	9,3	7,3	7,1	6,7	6,0	5,7	7,0
Mai	12,8	15,3	12,8	12,2	11,3	10,1	9,2	11,8
Juni	15,9	19,6	16,3	15,4	14,5	13,4	12,4	15,3
Juli	17,2	20,5	17,9	17,3	16,7	15,7	14,7	17,1
August	16,6	18,6	16,9	16,4	16,3	15,8	15,1	16,5
September	14,1	15,6	14,3	14,2	14,6	14,6	14,4	14,6
October	8,5	9,7	9,5	9,3	10,5	11,1	11,8	10,5
November	3,9	5,1	5,4	5,2	6,5	7,4	8,4	6,3
December	−0,2	1,6	2,1	2,2	3,2	4,3	5,4	3,1
Mittel	8,4	10,1[1]	8,9	8,8[1]	8,9[1]	8,9[1]	8,9[1]	9,1

Melkerei.

	+1,1 m							
Januar	−1,1	−0,2	0,4	0,3	1,7	2,9	3,7	1,5
Februar	−0,5	−0,2	0,0	0,0	1,1	2,1	2,9	1,0
März	1,2[1]	0,9	0,4	0,3[1]	1,1	1,9	2,4	1,1
April	5,4	5,5	3,2	3,4	3,1	2,9	2,9	3,5
Mai	10,6	12,5	9,2	9,7	8,0	6,5	5,5	8,6
Juni	13,6	16,4	13,1	13,4	11,7	10,0	8,6	12,2
Juli	15,1	17,6	14,9	15,1	13,7	12,1	10,9	14,0
August	14,7	17,0	14,5	14,9	14,0	12,8	11,9	14,2
September	12,1	13,7	12,4	12,7	12,7	12,3	11,8	12,6
October	6,5	7,6	7,7	7,7	8,9	9,6	10,0	8,6
November	2,4	3,4	4,0	3,4	5,5	6,7	7,4	5,1
December	−1,0	0,6	1,4	1,3	2,9	4,2	5,1	2,6
Mittel	6,6	7,9	6,7	6,9[1]	7,1	7,0	6,9	7,1

[1] interpolirt.

Digitized by Google

Tabelle 2.

Monats- und Jahresmittel 1882—91.

Waldstationen.

Hagenau.

Monat	+1,5 m	0 m	−0,15 m	−0,30 m	−0,60 m	−0,90 m	−1,20 m	Mittel 0-1,20 m
Januar . .	— 0,6	0,8	1,2	2,1	3,4[1]	4,3[1]	4,9[1]	2,8
Februar . .	1,0	1,1	1,3	2,0	3,0[1]	3,7[1]	4,3[1]	2,6
März . . .	4,4	3,2	3,1	3,5	4,0[1]	4,0[1]	4,7[1]	3,7
April . . .	9,1	7,6	7,2	7,0	6,7[1]	6,4[1]	6,5[1]	6,9
Mai . . .	13,2	11,9	11,3	9,8	9,7	9,0[1]	8,6[1]	10,1
Juni . . .	15,9	15,0	14,3	13,7	12,4	11,4[1]	10,6[1]	12,9
Juli . . .	16,9	16,1	15,7	15,3	14,1	13,2	12,3[1]	14,5
August . .	16,1	15,5	15,1	15,1	14,3	13,6	13,0[1]	14,4
September .	13,6	13,1	12,9	13,4	13,2	13,0	12,6[1]	13,1
October . .	8,3	8,8	8,9	9,7	10,5	10,9	11,0[1]	10,0
November .	4,3	5,3	5,5	6,5	7,7	8,4	8,8[1]	7,1
December .	0,2	2,0	2,4	3,5	5,0	5,9[1]	6,5[1]	4,3
Mittel	8,5	8,4	8,2	8,6	8,6[1]	8,6[1]	8,6[1]	8,5

Neumath.

Januar . .	— 0,9	0,9	1,0	1,3[1]	1,7[1]	2,7[1]	3,6[1]	1,9
Februar . .	0,9	1,0	1,0	1,2[1]	1,5[1]	2,2[1]	2,9[1]	1,6
März . . .	3,7	2,5	2,1	2,4[1]	2,3[1]	2,7[1]	3,0[1]	2,5
April . . .	8,5	7,1	6,0	5,8	5,4	5,1	4,8	5,7
Mai . . .	12,6	10,8	10,1	9,9	9,1	8,4	7,7	9,3
Juni . . .	15,1	13,6	13,0	12,8	12,0	11,1	10,2	11,9
Juli . . .	16,3	15,0	14,5	14,4	13,8	13,0	12,0	13,8
August . .	15,6	14,7	14,2	14,2	13,8	13,3	12,6	13,8
September .	13,3	12,6	12,5	12,7	12,8	12,7	12,3	12,6
October . .	8,1	8,5	8,6	8,8	9,5	10,1	10,3	9,3
November .	3,8	4,9	5,1	5,4	6,2	7,1	7,7	6,1
December .	— 0,3	1,9	2,2	2,4	3,2	4,4	5,2	3,2
Mittel	8,1	7,8	7,5	7,6[1]	7,6[1]	7,7[1]	7,7[1]	7,7

Melkerei.

	+1,1 m							
Januar . .	— 1,6	— 0,1	0,4	0,7	1,8	2,7	3,3	1,5
Februar . .	— 1,2	— 0,2	0,3	0,4	1,4	2,1	2,7	1,1
März . . .	0,5	1,3	1,1	1,0[1]	1,6	2,0	2,5	1,6
April . . .	4,7	4,8	3,7	3,1	2,9	2,8	2,8	3,4
Mai . . .	9,6	9,0	7,8	7,4	6,2	5,2	4,8	6,7
Juni . . .	11,8	10,8	10,0	9,7	8,4	7,3	6,5	8,8
Juli . . .	13,0	12,1	11,5	11,3	10,1	8,9	7,9	10,3
August . .	12,9	12,1	11,4	11,2	10,4	9,5	8,7	10,5
September .	10,7	10,6	10,1	10,3	9,9	9,4	8,9	9,9
October . .	5,7	6,0	6,3	6,7	7,6	7,7	7,8	7,0
November .	2,0	2,9	3,3	3,9	4,9	5,6	6,1	4,5
December .	— 1,5	0,6	1,2	1,6	2,8	3,7	4,7	2,4
Mittel	5,6	5,8	5,6	5,6[1]	5,6	5,6	5,5	5,6

[1] interpolirt.

Digitized by Google

Tabelle 3.

Temperatur von 10 zu 10 Tagen. Mittel 1882—91.

Melkerei Feld.

Tiefe	Januar				Februar		März			April			Mai				Juni		
m	1.	11.	21.	31.	10.	20.	2.	12.	22.	1.	11.	21.	1.	11.	21.	31.	10.	20.	30.
+1,1	−1,0	−1,1	−1,3	0,0	−1,7	0,4	−0,7	0,7	−1,0	4,4	1,6	6,8	8,8	8,8	9,9	13,5	11,3	12,5	15,4
0	0,5[1]	0,0[1]	−0,4[1]	0,0[1]	−0,4	−0,2	0,0	0,6	0,7	3,5	3,1	7,3	9,2	11,5	12,1	15,5	14,9	15,8	18,0
−0,15	0,9[1]	0,6[1]	0,2[1]	0,2[1]	−0,1	0,0	0,1	0,3	0,6	1,3	2,0	4,0	6,5	8,6	9,5	11,8	12,9	12,6	14,0
−0,30	0,9[1]	0,5[1]	0,2[1]	0,1[1]	−0,2	0,0	0,0	0,1	0,7[1]	1,2	2,1	4,3	7,0	9,3	9,8	12,3	13,4	12,6	14,8
−0,60	2,2[1]	2,0[1]	1,7[1]	1,5[1]	1,2	1,1	1,0	1,0	1,4	1,5	2,6	3,5	5,4	7,6	8,6	10,2	11,7	11,5	13,1
−0,90	3,3[1]	3,0[1]	2,8[1]	2,5[1]	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	1,9	2,7	3,1	4,3	6,1	7,1	8,4	9,9	10,2	11,2
−1,20	4,2[1]	3,9[1]	3,6[1]	3,3[1]	3,0	2,8	2,6	2,4	2,4	2,3	2,8	3,0	3,8	5,1	6,1	7,1	8,4	9,1	9,8

Tiefe	Juli			August			September			October			November			December			Mittel
m	10.	20.	30.	9.	19.	29.	8.	18.	28.	8.	18.	28.	7.	17.	27.	7.	17.	27.	
+1,1	15,2	15,7	14,8	16,2	14,0	14,6	11,9	13,1	9,5	6,8	5,8	4,9	3,6	1,2	0,0	−0,5	0,1	−1,9	6,6
0	17,4	17,8	17,3	18,6	16,5	16,4	14,4	14,0	10,7	8,9	7,0	5,8	4,3	3,0	2,5	1,2	0,6	0,2	7,9
−0,15	14,8	15,0	14,5	14,9	14,3	14,0	13,2	12,2	10,5	9,1	7,2	6,1	5,0	3,6	2,9	2,1	1,3	0,7	6,8
−0,30	15,2	15,3	14,8	15,2	14,7	14,4	13,6	12,8	10,6	9,0	7,5	6,0	5,0	3,4	2,9	2,0	1,1	0,7	6,9
−0,60	13,6	13,9	13,8	14,1	14,1	13,7	13,3	12,8	11,4	11,2	8,8	7,4	6,5	5,1	4,3	3,5	2,7	2,2	7,1
−0,90	11,9	12,4	12,6	12,8	13,0	12,8	12,7	12,3	11,5	10,6	9,4	8,3	7,5	6,4	5,5	4,8	4,0	3,4	7,0
−1,20	10,6	11,2	11,5	11,8	12,1	12,0	12,0	11,8	11,4	10,8	9,9	8,9	8,2	7,3	6,4	5,8	5,0	4,4	7,0

[1] interpolirt.

Digitized by Google

Melkerei Wald.

Tiefe	Januar				Februar		März			April			Mai				Juni		
m	1.	11.	21.	31.	10.	20.	2.	12.	22.	1.	11.	21.	1.	11.	21.	31.	10.	20.	30.
+1,1	−1,6	−1,7	−1,8	−0,7	−2,3	0,1	1,0	−0,3	−1,5	3,9	0,8	6,1	8,2	8,4	8,5	11,8	9,6	10,7	13,5
0	0,4[1]	0,0[1]	−0,1[1]	0,0[1]	−0,1	−0,4	−0,2	1,0	0,7	3,5	2,4	6,2	7,8	8,8	8,0	10,7	9,7	9,9	12,2
−0,15	1,0[1]	0,6[1]	0,2[1]	0,5[1]	0,3	0,1	0,2	1,0	0,8	2,6	1,9	4,6	6,4	7,7	7,4	9,6	9,5	9,1	11,2
−0,30	1,2[1]	0,7[1]	0,5[1]	0,5[1]	0,4	0,3	0,5	0,9	1,3[1]	1,9	1,8	3,6	5,7	7,5	7,4	9,0	9,7	8,8	11,1
−0,60	2,1[1]	1,8[1]	1,7[1]	1,6[1]	1,4	1,4	1,3	1,4	1,9	1,9	2,4	3,1	4,5	6,1	6,4	7,5	8,6	8,0	9,6
−0,90	3,0[1]	2,7[1]	2,5[1]	2,3[1]	2,2	2,0	2,0	1,9	2,3	2,2	2,7	2,9	3,7	5,1	5,6	6,3	7,4	7,3	8,2
−1,20	3,7[1]	3,4[1]	3,2[1]	3,0[1]	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,8	2,9	3,4	4,3	5,0	5,5	6,4	6,7	7,2

Tiefe	Juli			August			September			October			November			December			Mittel
m	10.	20.	30.	9.	19.	29.	8.	18.	28.	8.	18.	28.	7.	17.	27.	7.	17.	27.	
+1,1	13,2	13,1	13,0	14,4	12,1	12,9	10,3	11,9	8,3	5,8	5,0	4,7	3,2	0,9	−0,5	−0,8	−0,3	−2,4	5,4
0	12,2	12,2	12,0	13,2	11,4	12,6	10,6	11,1	8,2	6,6	5,5	5,1	3,8	2,5	2,0	1,2	0,4	0,4	5,8
−0,15	11,7	11,5	11,1	11,9	11,2	11,5	10,4	10,6	8,4	7,0	5,8	5,0[1]	4,2	2,9	2,6	1,8	1,0	0,9	5,6
−0,30	11,4	11,5	10,9	11,3	11,3	11,2	10,9	10,5	8,7	7,7	6,6	5,7	4,9	3,6	3,0	2,3	1,3	1,1	5,6
−0,60	9,9	10,1	10,0	10,3	10,6	10,3	10,3	10,0	9,0	8,1	7,1	6,3	5,7	4,6	3,9	3,3	2,5	2,3	5,6
−0,90	8,7	9,2	9,2	9,4	9,7	9,6	9,7	9,5	9,0	8,3	7,5	6,8	6,3	5,5	4,8	4,2	3,6	3,2	5,6
−1,20	7,8	8,2	8,4	8,6	8,8	8,8	9,0	8,9	8,7	8,3	7,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,9	4,3	3,9	5,6

[1] interpolirt.

Digitized by Google

IV. Die zehnjährigen Mittel und der normale jährliche und monatliche Gang der Erdbodentemperaturen.

1. Verlauf der Jahresmittel mit der Tiefe.

a) Feldboden.

1. Im Jahresmittel ist von allen Schichten die Bodenoberfläche am wärmsten.
2. Mit zunehmender Tiefe nehmen die Mittelwerthe der Bodentemperatur ab, und zwar um so mehr, je höher über dem Meeresspiegel der Boden gelegen ist.

Die Differenzen der Temperatur der Bodenoberfläche und der untersten Schicht (1,20 m) betragen bei:

Hagenau	0,4° C.
Neumath	1,2° „
Melkerei	1,0° „

Von der Oberfläche bis 0,15 m fällt die Temperatur um mehr als 1° C., von 0,15 m bis 0,30 m nur noch um einen äusserst geringen Betrag. Mit der Schicht 0,60 m beginnt ein langsames Wiederanschwellen der Temperatur.

Der hier gefundene Temperaturgang ist nicht wesentlich verschieden von demjenigen, welchen Zschokke[1] für die schweizerischen Stationen: Bern, Interlaken und Pruntrut abgeleitet hat. Zschokke berechnete ein Sinken der Temperatur bis zur Tiefe 0,60 m bezw. 0,90 m. Eine geringe Abnahme der Temperatur mit der Tiefe haben Singer[2], Lamont[3] u. a.[4] ebenfalls gefunden. Diese Ergebnisse stehen nicht im Widerspruch mit der Ansicht von Wild[5], nach welchem die Bodentemperatur, entsprechend dem Anwachsen der Temperatur nach dem Erdinneren, mit zunehmender Tiefe ebenfalls eine Erhöhung aufweist.

b) Waldboden.

1. Das Jahresmittel der Temperatur der einzelnen Schichten ist für einen und denselben Waldboden nahezu dasselbe. Nur im Hochboden ist die Oberfläche etwas wärmer als die Unterschichten, welche mit zunehmender Tiefe eine geringe Temperaturabnahme aufweisen.

---

[1] A. Zschokke, Ergebnisse der Beobachtungen an den im Kanton Bern zu forstlichen Zwecken errichteten meteorologischen Stationen. Mittheilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, von A. Bühler. 1891. 1. Bd. p. 155—190.

[2] Singer, l. c. p. 9.

[3] Lamont, Annalen der K. Sternwarte bei München. Supplem. Bd. VI. p. LI.

[4] Reduction of 27 years' observations of the earth thermometers. Greenwich 1878. p. 104.

[5] Wild, l. c. p. 79.

Digitized by Google

2. Jahresmittel der Temperatur der Luft und des Bodens in 1,20 m Tiefe. Einfluss der Erhebung über den Meeresspiegel und der geographischen Breite.

a) Feldboden.

1. Die mittlere Temperatur des Bodens in 1,20 m Tiefe übertrifft die mittlere Temperatur der Luft.
2. Mit zunehmender Erhebung über den Meeresspiegel wird die Differenz zwischen der Temperatur der Luft und des Bodens in 1,20 m Tiefe kleiner.

Nach Wild[1] hat die Tiefe von 1 m einen durchschnittlichen Temperaturüberschuss gegen die Luft von $\pm$ 0,9° C. Unsere Werthe stehen daher in Einklang mit Wild. Dagegen hat für München Singer[2] aus 25jährigen Mitteln bei einer Bodentiefe von 1,29 m einen Temperaturüberschuss von 2,3° gegen die Luft gefunden. Diesen hohen Betrag glaubte Singer durch die erhebliche Meereshöhe des Beobachtungsortes erklären zu dürfen.

Es widerspricht diese Erklärung unseren Ergebnissen. Denn, falls in der Höhenlage von München allein der Grund der auffällig grossen Temperaturdifferenz zu suchen sei, müsste um so mehr bei der höher gelegenen Station Melkerei die Differenz grösser sein, während sie ja gerade dort kleiner ist wie in der Thalstation. Ferner dürfte das Heranziehen der Bemerkung Hann's[3], dass mit der grossen Intensität der Sonnenstrahlung an heiteren Tagen eine relativ hohe Bodenwärme im Gebirgsboden zusammenhänge, auf eine Tiefe von 1,20 m nicht anzuwenden sein, da wohl eine relativ höhere Erwärmung der Bodenoberfläche eintritt, diese Erwärmung auf die tieferen Schichten einen solchen Einfluss aber nicht ausübt (cf. p. 250).

Um meine Behauptung zu begründen, dann um den Einfluss der Seehöhe auf den Unterschied zwischen der Temperatur der Luft und des Bodens in 1,20 m Tiefe kennen zu lernen, entnahm ich aus den „Beobachtungsergebnissen der forstlich-meteorologischen Stationen in Preussen" von 1882—91 die Jahresmittel der Temperatur der Luft und des Bodens in 1,20 m Tiefe. Ich berechnete aus denselben die zehnjährigen Mittelwerthe, sowie die in Betracht kommenden Differenzen.

Man findet den Satz: „Die mittlere Temperatur des Bodens in der Tiefe 1,20 m ist höher als die mittlere Lufttemperatur" nicht nur in den Mittelwerthen, sondern auch in den einzelnen Jahrgängen bestätigt, erkennt aber auch,

3. dass die absolute Grösse des Unterschieds zwischen der Lufttemperatur und der Bodenwärme in 1,20 m Tiefe von der Höhe des Ortes allein nicht abhängt.

Die Maximaldifferenz finden wir allerdings bei sehr hoch gelegenen Stationen, Carlsberg und Sonnenberg; doch beträgt dieselbe

[1] Wild, l. c. p. 80.
[2] Singer, l. c. p. 9.
[3] Hann, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. p. 146.

Digitized by Google

nur 1,7° C. Die der Höhenlage von München (529 m über dem Meere) nächstliegenden Stationen Friedrichsrode (353 m) und Lahnhof (602 m) weisen beide eine Differenz von 0,7° C. auf und erreichen auch in den einzelnen Jahrgängen niemals die Differenz von München. Dagegen war bei Carlsberg im Jahre 1883 der Unterschied 2,4° C., bei Sonnenberg im Jahre 1886 2,3° C., 1887 2,4° C. und endlich bei Kurwien (124 m) im Jahre 1888 2,7° C. Wir finden also in den 10 Jahren bei 17 Beobachtungsstellen viermal Werthe, welche demjenigen von München gleichkommen, was zu beweisen scheint, dass diese Werthe von der Höhenlage nicht herrühren können.

Tabelle 4.

1882—91.

Station	Höhe über dem Meere in Meter	Geogr. Breite	Oestl. Länge v. Greenwich	Mittlere Temperatur von Luft 1,5 m Höhe	Mittlere Temperatur von Boden 1,2 m Tiefe
1. Hadersleben . .	34	55° 16′	9° 29,6′	7,4°[1]	7,7°
2. Fritzen . . .	30	54 50	20 33,6	6,9[1]	7,5
3. Schoo	3	53 36,5	7 34,1	8,0[1]	8,3
4. Kurwien . . .	124	53 34	21 29,1	6,4	8,0
5. Lintzel . . .	95	52 59	10 15,1	7,7[1]	8,2
6. Eberswalde . .	42	52 50	13 49,6	8,3	8,6
7. Marienthal . .	143	52 16	10 58,6	8,0	8,3
8. Sonnenberg . .	774	51 45,5	10 30,6	4,0[1]	5,7
9. Friedrichsrode .	353	51 22	10 34,1	6,6[1]	7,3
10. Lahnhof . . .	602	50 53,5	8 14,6	6,0	6,7
11. Schmiedefeld .	680	50 36,5	10 48,6	5,1	6,0
12. Carlsberg . . .	690	50 28	16 22,1	4,7	6,4
13. Hollerath . . .	612	50 27,5	6 23,6	6,6	7,3
14. Neumath . . .	340	48 59	7 17,6	8,4	8,9
15. Hagenau . . .	145	48 50	7 48,1	9,4	10,0
16. St. Johann . .	760	48 29,5	9 19,1	6,5[1]	7,8
17. Melkerei . . .	930	48 25	7 17,6	6,6	6,9

In vorstehender Tabelle sind die Stationen nach der geographischen Breite geordnet. Der Einfluss derselben auf die Boden- und Lufttemperatur ist unverkennbar.

Die südlicheren Böden zeigen die höheren Temperaturen, soweit diese nicht durch die Höhenlage abgeschwächt worden sind.

Die Differenzen dagegen erscheinen unabhängig von der geographischen Breite. Diese Erörterungen zwingen uns zu folgender Behauptung.

3ª. Die Höhenlage eines Ortes allein kann eine Vergrösserung oder Verkleinerung der Differenz zwischen der Temperatur der Luft und des Bodens nicht hervorbringen. Andere Factoren sind hiefür besonders maassgebend. Zu diesen ist neben der geographischen Breite ganz besonders die geognostische Beschaffenheit des Bodens zu zählen.

[1] interpolirt.

Digitized by Google

Ich bemerke noch, dass die zum Vergleich herangezogenen Lufttemperaturen aus den Mitteln der täglichen Maxima und Minima gewonnen sind. Diese Werthe sind durchweg erheblich kleiner wie diejenigen, welche man aus den Mitteln der Vormittags- und Nachmittagsbeobachtungen erhält. Der Unterschied schwankt bei den betrachteten 17 Beobachtungsstationen zwischen 2,0° C. und 0,6° C.

b) Waldboden.

1. Die mittlere Temperatur des Bodens in 1,20 m Tiefe ist zum Theil höher, zum Theil niedriger als die mittlere Lufttemperatur.

Mit zunehmender Erhebung über den Spiegel des Meeres ist, wie die 17 deutschen forstlich-meteorologischen Waldstationen zeigen, im Allgemeinen die Temperatur des Bodens in 1,20 m Tiefe etwas höher als die der Luft.

Tabelle 5.

1882—91.

	Mittlere Temperatur in ° C.	
	Luft 1,5 m Höhe	Boden 1,2 m Tiefe
1. Hadersleben	7,2	7,1
2. Fritzen	6,4	6,4
3. Schoo	8,0	7,6
4. Kurwien	6,3	7,0
5. Lintzel	7,6	7,9
6. Eberswalde	7,9	8,0
7. Marienthal	7,7	7,5
8. Sonnenberg	3,9	4,5
9. Friedrichsrode	6,2	6,3
10. Lahnhof	5,6	5,6
11. Schmiedefeld	4,8	5,1
12. Carlsberg	4,2	4,9
13. Hollerath	5,9	6,0
14. Neumath	8,1	7,7
15. Hagenau	8,5	8,6
16. St. Johann	5,4	6,2
17. Melkerei	5,6	5,5

Von den 17 Beobachtungsstellen haben 10, und zwar die höher gelegenen, eine höhere Boden-, 5 eine höhere Lufttemperatur, während bei zweien beide Temperaturen keinen Unterschied aufweisen.

Die südlicheren Böden zeigen im Allgemeinen in der Tiefe 1,20 m einen geringen Ueberschuss gegen die Temperatur der Luft

c) Feld- und Waldboden.

1. Die einander entsprechenden Temperaturen sind im Waldboden durchgängig niedriger wie im Feldboden.
2. Die Unterschiede zwischen der Temperatur der Luft und des Bodens in 1,20 m Tiefe sind im Felde erheblicher wie im Walde.

Digitized by Google

3. Der Einfluss der Seehöhe und der geographischen Breite auf die betrachteten Temperaturen erscheint im Feldboden auffallender wie im Waldboden.

Der Gang der Unterschiede der Temperaturen der Luft und der Bodenschicht 1,20 m im Feldboden entspricht dem im Waldboden.

Der Jahresbericht der forstlich-meteorologischen Stationen in Elsass-Lothringen von 1887[1] enthält die Mittelwerthe der Bodentemperaturen 1878—87. Ich stelle die für unsere Frage in Betracht kommenden Werthe zusammen.

I. 1878—87.

	Feldboden			Waldboden		
	Luft	1,20 m	⊿L.-B.	Luft	1,20 m	⊿L.-B.
1. Hagenau	9,8°	10,5°	— 0,7°	8,9°	—	—
2. Neumath	8,6	9,3	— 0,7	8,2	8,1°	+ 0,1°
3. Melkerei	6,7	6,9	— 0,2	5,4	5,7	— 0,3

II. 1882—91.

	Feldboden			Waldboden		
	Luft	1,20 m	⊿L.-B.	Luft	1,20 m	⊿L.-B.
1. Hagenau	9,4°	10,0°	— 0,6°	8,5°	8,6°	— 0,1°
2. Neumath	8,4	8,9	— 0,5	8,1	7,7	+ 0,4
3. Melkerei	6,6	6,9	— 0,3	5,6	5,5	+ 0,1

Die Werthe der ersten Periode zeigen denselben Gang wie die der zweiten; letztere sind ihrer Grösse nach etwas geringer. Der Einfluss des sehr strengen Winters 1891 kommt in jenen Zahlen zum Ausdruck.

3. Jahres- und Monatsmittel der Temperatur der Luft und der Oberfläche des Bodens. Einfluss der Schneedecke.

a) Feldboden.

A. 1. Die Bodenoberfläche ist im Jahresmittel, sowie in allen Monaten, bis auf Februar und März, wärmer als die Luft. Im Juni ist dieser Temperaturüberschuss am grössten.

Für andere Erdorte sind bezüglich der Jahresmittel ähnliche Werthe schon früher gefunden worden. So bestimmte z. B. Reich[2] die Bodenoberfläche im sächsischen Erzgebirge im Jahresmittel 0,95° C. höher als die mittlere Lufttemperatur. Stapff[3] hat auf Grund sehr

[1] l. c. p. 22—23.

[2] Beobachtungen über die Temperatur des Gesteines etc. in den Gruben des sächsischen Erzgebirges in den Jahren 1830—1832. Freiberg 1834. p. 122, 124; cf. auch Zeitschrift d. Oesterr. Ges. für Meteorol. 1. XII. 1872. p. 387.

[3] Les Eaux du tunnel du St. Gothard. 1891. p. 104. Studien über die Wärmevertheilung im Gotthard. I. Th. Bern 1870. p. 20.

Digitized by Google

zahlreicher Messungen am Gotthard für die mittlere Differenz Δ zwischen der Bodenoberflächentemperatur t und der Lufttemperatur T folgende Formel berechnet.

$$\Delta = 3{,}937 - 0{,}411\,T - 0{,}0029\,T^2$$

Diese Formel auf eine Reihe anderer Beobachtungsorte, welche ähnliche klimatische Verhältnisse zeigen, angewendet, gab Resultate, welche mit der Beobachtung vorzüglich übereinstimmen[1]. Benutzen wir sie für Melkerei, so finden wir $\Delta = 1{,}1^0$, während die Beobachtung $1{,}3^0$ ergiebt.

Differenzen der Temperatur der Bodenoberfläche und Luft.

Monat	Hagenau	Neumath	Melkerei
Januar	0,6	1,3	0,9
Februar	— 0,3	0,3	0,3
März	— 0,6	0,3	— 0,3
April	0,6	1,3	0,1
Mai	1,7	2,5	1,9
Juni	2,7	3,7	2,8
Juli	2,7	3,3	2,5
August	1,6	2,0	2,3
September	0,6	1,5	1,6
October	0,3	1,2	1,1
November	0,4	1,2	1,0
December	1,2	1,8	1,6
Jahr	1,0	1,7	1,3

2. Mit der Erhebung des Ortes nehmen die Jahres- und Monatsmittel der Luft- und Oberflächentemperaturen ab. Die Abnahme ist am geringsten im Januar, am bedeutendsten für die Luft im Juni, für den Boden im April.

	Temperaturdifferenzen der Luft zwischen			des Bodens (0 m) zwischen		
	H.-N.	N.-M.	H.-M.	H.-N.	N.-M.	H.-M.
Januar	0,2	0,5	0,7	— 0,5	0,9	0,4
Februar	0,4	1,5	1,9	— 0,2	1,5	1,3
März	1,2	2,3	3,5	0,3	2,9	3,2
April	1,5	2,6	4,1	0,8	3,8	4,6
Mai	1,7	2,2	3,9	0,9	2,8	3,7
Juni	2,0	2,3	4,3	1,0	3,2	4,2
Juli	1,6	2,1	3,7	1,0	2,9	3,9
August	1,3	1,9	3,2	0,9	1,6	2,5
September	0,9	2,0	2,9	0,0	1,9	1,9
October	0,8	2,0	2,8	— 0,1	2,1	2,0
November	0,7	1,5	2,2	— 0,1	1,7	1,6
December	0,6	0,8	1,4	0,0	1,0	1,0
Jahr	1,0	1,8	2,8	0,3	2,2	2,5

[1] cf. Stapff, Ein paar Worte über Bodentemperatur u. s. w. Zeitschrift für praktische Geologie. 1893. p. 381.

Digitized by Google

Aus der Tabelle zu 1. folgt ferner:

3. Mit zunehmender Erhebung erhöht sich die Bodentemperatur im Vergleich zur mittleren Lufttemperatur. Die Oberfläche des Gebirgsbodens und der Hochebene wird also relativ stärker erwärmt wie der Boden der Tiefebene. Die relativ stärkste Erwärmung erfährt die Hochebene und zwar im Sommer [1].

Kerner v. Marilaun [2] hat durch zahlreiche Messungen in den Tiroler Centralalpen ermittelt, dass die Differenz zwischen der Oberflächentemperatur und der Lufttemperatur bei einer Höhe von

1000 m . . . . 1,5°
1300 „ . . . . 1,7°
1600 „ . . . . 2,4°

beträgt. Die Differenz 1,3° von Melkerei (930 m) schliesst sich gut an die Kerner'schen Angaben an.

Eine Erklärung für die Vergrösserung der Bodenwärme gegenüber der Luftwärme mit zunehmender Höhe ist leicht zu geben. Da in höheren Regionen die Luft dünner ist, absorbirt sie eine geringere Menge der Sonnenstrahlung als die unteren dichteren Schichten. Die Intensität der Strahlung wird deshalb in grösseren Höhen kräftiger sein. Mit zunehmender Höhe nimmt die Menge des Wasserdampfes in der Luft und die Bewölkung ab (Tabelle 6), die atmosphärischen Niederschläge nehmen dagegen zu (p. 202). In Folge dessen werden die Wärmestrahlen weniger durch den Wasserdampf der Luft absorbirt und im Boden besser zurückgehalten [3].

Eine Vergrösserung der Differenz der Oberflächen- und Lufttemperatur mit steigender Seehöhe fand auch Stapff beim Bau des Gotthardtunnels.

Tabelle 6.

Mittel 1882—91.

Monat	Relative Feuchtigkeit der Luft in %			Bewölkung in Zehntel des Himmels		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
Januar . . .	91	90	82	8,1	8,0	5,5
Februar . .	85	83	78	6,9	6,8	5,3
März . . .	80	76	77	7,1	7,0	6,2
April . . .	66	64	67	7,0	6,8	5,8
Mai	69	65	68	6,7	6,7	5,9
Juni . . .	69	67	71	6,7	6,5	5,8
Juli	71	68	73	6,8	6,7	5,9
August . . .	71	69	71	6,3	6,4	5,2
September .	78	74	75	6,2	6,5	5,3
October . .	84	81	80	7,7	7,5	6,3
November . .	88	87	85	8,5	8,4	7,1
December . .	91	91	86	8,4	8,4	6,5
Jahresmittel .	79	76	76	7,2	7,1	5,9

[1] Ebermayer, Ueber den Einfluss der Meereshöhe auf die Bodentemperatur. Meteorol. Zeitschrift, Wien 1892. p. 313. Ferner: Wollny, Agriculturphysik. XIV. p. 195—253.

[2] Kerner v. Marilaun, Pflanzenleben. I. p. 490. Leipzig 1888.

[3] Hann, l. c. p. 14.

Digitized by Google

4. Die Maximal- bezw. Minimalwerthe der Luft- und Oberflächentemperatur liegen im Juli, bezw. Januar. Das stärkste Anschwellen beider Temperaturen erfolgt vom April nach Mai, die grösste Abnahme von September nach October. Das Anschwellen der Oberflächentemperatur in genanntem Monatsintervall ist stärker wie die Abnahme an dem zweiten Termine; dagegen ist für die Luft die Maximalabnahme grösser wie die Maximalzunahme.

Differenzen der Temperaturmittel von Monat zu Monat.

	Luft			Bodenoberfläche		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
I zu II	1,8	1,6	0,6	0,9	0,6	0,0
II „ III	3,3	2,5	1,7	3,0	2,5	1,1
III „ IV	4,5	4,5	4,2	6,0	5,5	4,6
IV „ V	5,0	4,8	5,2	6,1	6,0	7,0
V „ VI	3,4	3,1	3,0	4,4	4,3	3,9
VI „ VII	0,9	1,3	1,5	0,9	0,9	1,2
VII „ VIII	— 0,9	— 0,6	— 0,4	— 2,0	— 1,9	— 0,6
VIII „ IX	— 2,9	— 2,5	— 2,6	— 3,9	— 3,0	— 3,3
IX „ X	— 5,7	— 5,6	— 5,6	— 6,0	— 5,9	— 6,1
X „ XI	— 4,7	— 4,6	— 4,1	— 4,6	— 4,6	— 4,2
XI „ XII	— 4,2	— 4,1	— 3,4	— 3,4	— 3,5	— 2,8
XII „ I	— 0,8	— 0,4	— 0,1	— 1,4	— 0,9	— 0,8

5. Mit steigender Seehöhe werden die Zunahmen der Luft- und Oberflächentemperaturen zwischen April und Mai, sowie Juni und Juli grösser, die Zu- und Abnahmen zwischen den anderen Monaten dagegen kleiner.

Die Temperaturcurve der Luft und der Oberfläche verflacht sich mithin mit steigender Seehöhe; zwischen April und Mai, Juni und Juli wird sie dagegen steiler.

Ein weiterer Beweis für die relativ stärkere Erwärmung der Gebirgsböden im Sommer wäre hiermit erbracht.

B. Einfluss der Schneedecke. Wir hatten (p. 199) gefunden, dass die monatlichen Mitteltemperaturen der Bodenoberfläche mit der Erhebung über den Meeresspiegel sinken. Der Boden von Neumath weist jedoch im Januar und Februar Temperaturwerthe auf, welche die von Hagenau übersteigen. Die Gründe für diese Erscheinung möchte ich in der Lage und in den Niederschlagsverhältnissen von Neumath erblicken. Wohl erfährt nach 3. (p. 200) die Hochebene eine relativ stärkere Erwärmung wie die Tiefebene, doch ist der Unterschied in der Wärmezufuhr nicht so bedeutend, dass er allein die hohe Januar- und Februartemperatur von Neumath erklären kann.

Es wurden zur Untersuchung dieser auffallenden Verhältnisse aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial die atmosphärischen Niederschläge — Regenmengen und Schneehöhen — der Epoche 1882—91 berechnet.

Digitized by Google

Tabelle 7.

Mittel 1882—91.

Monat	Regenmengen mm			Schneehöhe mm		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
Januar	27,1	23,6	47,7	5,7	10,4	41,4
Februar	25,2	18,3	34,8	7,5	6,5	39,9
März	54,0	45,3	78,9	8,0	8,3	50,3
April	36,7	38,1	53,8	2,3	2,8	23,4
Mai	72,1	71,7	115,0	—	—	17,4
Juni	86,3	76,9	145,1	—	—	0,3
Juli	98,4	82,5	149,1	—	—	—
August	62,5	58,9	104,2	—	—	—
September	65,8	61,4	113,9	—	—	0,4
October	65,6	64,8	138,9	—	1,4	22,7
November	59,6	74,0	138,0	4,2	2,8	43,7
December	53,6	50,8	119,3	12,4	12,8	77,4
Jahressumme	706,9	666,3	1238,7	40,1	45,0	316,9

Im Januar und Februar fiel in Neumath eine geringere Regenmenge als in Hagenau, dagegen war die Schneedecke, wenigstens im Januar, dort höher.

Der Schutz, den eine Schneedecke dem Boden gewährt, ist nun ein ganz erheblicher, denn die Wärmeleitungsconstante des Schnees ist sehr klein. Nach Hjeltström[1] ist sie 0,0304 cm/sec., während sie z. B. für ein Gemisch aus Lehm und Sand den Betrag 0,205 erreicht, so dass also die Wärmeleitungsfähigkeit des schon schlecht leitenden Lehmsandbodens (cf. p. 242) sieben Mal grösser ist als die des Schnees. Die Schneedecke, als schlechter Wärmeleiter, unterbricht die Verbindung zwischen Luft und Erdboden und schwächt mithin die Wärmeausstrahlung des Bodens.

Endlich wächst die Wärmeleitungsfähigkeit mit der Feuchtigkeit des Bodens (cf. p. 256). Der trockenere Boden von Neumath verhinderte also andererseits die Wärmeabgabe nach der Tiefe.

Berücksichtigt man dies und vergleicht unsere Zahlenwerthe mit Wollny[2], Woeikof[3] u. A.[4], so ist das auffällige Verhalten des Bodens von Neumath erklärt.

Der schneereichste Monat unserer Periode war der December 1886[5]. Die Schneedecke hatte bei:

Hagenau	eine	Höhe	von	50,6	mm	gegen	12,4	mm	im	Mittel
Neumath	„	„	„	38,8	„	„	12,8	„	„	„
Melkerei	„	„	„	178,8	„	„	77,4	„	„	„

[1] Hjeltström: „Ueber die Wärmeleitung des Schnees." Meteorol. Zeitschrift 1890. p. 226. Wollny, Agriculturphysik 1891. XIV, p. 189.

[2] Wollny, Der Einfluss der Pflanzendecke auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens. Berlin 1877. p. 36.

[3] Woeikof, Der Einfluss einer Schneedecke auf Boden, Klima und Wetter, in: Penck, Geograph. Abhandlungen. III. Heft 3. Wien 1889. p. 317. Cap. I.

[4] Göppert, Botan. Zeitschr. 1871.

[5] Assmann, Der Schneefall vom 19.—22. December 1886 in Mitteleuropa und seine Folgen. cf. Woeikof, l. c. p. 29.

Digitized by Google

Die Temperatur an der Oberfläche des Bodens war in:

Hagenau 2,7° gegen 1,6° im Mittel
Neumath 3,0° „ 1,6° „ „
Melkerei 1,0° „ 0,6° „ „

7. Die Schneedecke übt also einen schützenden Einfluss auf die Temperatur der Bodenoberfläche aus.
8. Ist die äussere Lufttemperatur andauernd sehr niedrig, so vermag selbst eine stärkere Schneedecke den Boden gegen Wärmeausstrahlung nicht allzulang zu schützen[1].

Zum Beleg ziehen wir den Januar 1891 heran. Die Lufttemperatur war in diesem Monat die niedrigste, die Schneedecke die zweithöchste unserer Periode.

Station	Lufttemperatur Januar		Schneedecke Januar		Bodenoberfläche Januar	
	1891	1882—91	1891	1882—91	1891	1882—91
Hagenau . .	— 4,2°	— 0,4°	16,8 mm	5,7 mm	— 2,9°	0,2°
Neumath . .	— 4,0	— 0,6	23,1	10,4	— 1,7	0,7
Melkerei . .	— 5,3	— 1,1	73,2	41,4	— 1,1	— 0,2

Ungeachtet der bedeutenden Schneehöhe kühlte sich bei der anhaltend niedrigen Lufttemperatur die Bodenoberfläche ungemein stark ab.

Immerhin lässt sich an der Hand vorstehender Zahlen der schützende Einfluss der Schneedecke auf den Boden verfolgen. Denn Melkerei zeigt trotz niedrigster Lufttemperatur die grösste Bodenwärme der 3 Stationen, hat dafür aber auch eine Schneedecke, welche vier Mal so hoch ist, wie die von Hagenau.

Dieselbe Erscheinung bietet der schneereiche und kalte Februar 1889. Die in Betracht kommenden Werthe folgen hier tabellarisch.

Station	Lufttemperatur Februar		Schneedecke Februar		Bodenoberfläche Februar	
	1889	Mittel 1882—91	1889	Mittel 1882—91	1889	Mittel 1882—91
Hagenau . .	— 0,6°	1,4°	37,0 mm	7,5 mm	0,5°	1,1°
Neumath . .	— 2,1	1,0	24,1	6,5	— 0,2	1,3
Melkerei . .	— 4,3	— 0,5	146,6	39,9	— 0,4	— 0,2

Hagenau mit einer höheren Schneedecke als Neumath hat auch die höhere Oberflächentemperatur. Ferner ist die Bodenwärme von Melkerei trotz der niedrigeren Lufttemperatur nicht erheblich

[1] Becquerel, E. u. H., Compt. rendus. 1880. Allgemeine Zeitung für deutsche Land- und Forstwirthe. Jahrgang 1881. No. 8. p. 41. Oesterreichisches landw. Wochenblatt. Jahrgang 1881. No. 3. p. 19—20. Woeikof, l. c. p. 11.

Digitized by Google

verschieden vom Jahresmittel in Folge der hohen Schneedecke, welche in unserer Periode nur vom December 1886 übertroffen wird.

Betrachten wir zum Schlusse den Einfluss der Schneedecke auf die Lufttemperatur, besonders auf die unteren Schichten derselben. Woeikof[1] hebt hervor, dass bei vorliegender Frage zwei Hauptfälle zu unterscheiden sind: die Temperaturen der Luft über und unter 0° C.

Sind die Temperaturen der Luft über 0°, so wirkt die Schneelage abkühlend auf die Luft, da die Arbeit des Schneeschmelzens einen Theil der Wärme verbraucht.

Sind die Temperaturen der Luft unter 0°, so wirkt die Schneedecke weiter abkühlend[2].

Je nach der Structur und Farbe des Schnees erfolgt eine stärkere und schwächere Abkühlung der Luft[3].

Die höchste Schneedecke hat der Boden im December. Wie aus Tabelle p. 201 ersichtlich ist, nimmt die Lufttemperatur vom December nach Januar am wenigsten ab, ebenso die Temperatur der Bodenoberfläche. Die Krümmung der Jahrescurve (Tafel VI. VII) ist vom December nach Januar vom ganzen Jahre die schwächste. Ebenso ist für genannten Termin der Abfall der Bodenoberflächencurve ein Minimum.

Von den Luft- und Bodencurven ist an genannter Stelle die von Melkerei am flachsten, gemäss der bedeutenden Schneehöhe, die hier übrigens im November schon einen beträchtlichen Werth erlangt.

9. Die Schneedecke verhindert im Frühling die Erwärmung des Bodens[4], da in Folge der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit des Schnees (p. 202) die Wärme nur langsam nach dem Boden geleitet wird.

Im Januar erreicht die Schneedecke bei Hagenau eine Höhe von 5,7 mm, bei Melkerei von 41,4 mm und bei Neumath von 10,4 mm. Diese Zahlen entsprechen dem Anwachsen der Temperatur der Bodenoberfläche vom Januar nach Februar, welches bei Hagenau in Folge der niedrigsten Schneelage am stärksten, bei Melkerei wegen der höchsten Schneedecke am schwächsten ist (Tabelle p. 201).

Da endlich mit steigender Seehöhe die Schneedecke an Dicke zunimmt, so werden, wenn dieselbe geschmolzen ist, in den Gebirgsböden im April und Mai die Temperaturen des Bodens und der Luft mehr ansteigen, wie in der Ebene.

Das starke Anschwellen des Unterschieds zwischen der Temperatur der Bodenfläche und der Luft im December ist dem Einfluss der Schneedecke zuzuschreiben.

10. Die Temperaturschwankungen im schneebedeckten Boden sind geringer, wie im unbedeckten.

---

[1] Woeikof, l. c. p. 15.

[2] Woeikof, l. c. p. 18. Hann, Zeitschrift f. Meteorol. 1879. p. 76.

[3] R. Billwiller, Der Naturforscher. Jahrgang 1882. Bd. XV. No. 28. p. 270. Oesterreichische Gesellschaft für Meteorologie. Bd. XVII. p. 98. Biedermann, Centralblatt. XI. 1882. p. 852.

[4] Wollny, Der Einfluss der Pflanzendecke auf die physik. Eigenschaften des Bodens. Berlin 1877. p. 34. Woeikof, l. c. p. 2.

Digitized by Google

Dieser Satz ergiebt sich ohne Weiteres aus unseren Erörterungen und aus Tabelle 3. Ciro Christoni[1] hat aus zahlreichen Beobachtungen gefunden, dass in diesem Falle die täglichen Schwankungen innerhalb derselben Bodenschicht 1° C. selten übersteigen.

b) Waldboden.

A. 1. Im Jahresmittel sind die Temperaturen der Luft und der Bodenoberfläche nahezu einander gleich. Im Frühjahr und Sommer ist die Oberfläche kälter, im Herbst und Winter wärmer wie die Luft. Der Ueberschuss der Temperatur der Bodenoberfläche gegen diejenige der Luft ist im December weitaus am grössten.

Differenzen der Temperatur der Bodenoberfläche und der Luft.

Monat	Hagenau	Neumath	Melkerei
Januar	1,4	1,8	1,5
Februar	0,1	0,2	1,0
März	— 1,2	— 1,2	0,8
April	— 1,5	— 1,4	0,1
Mai	— 1,3	— 1,8	— 0,6
Juni	— 0,9	— 1,5	— 1,0
Juli	— 0,8	— 1,3	— 0,9
August	— 0,6	— 0,9	— 0,8
September	— 0,5	— 0,7	— 0,1
October	0,5	0,4	0,3
November	1,0	1,1	0,9
December	1,8	2,2	2,1
Jahr	— 0,1	— 0,3	+ 0,2

2. Luft- und Oberflächentemperatur nehmen im Jahres- und Monatsmittel mit der Seehöhe ab; die Abnahme ist am geringsten im Januar, am stärksten für die Luft im April, für den Boden im Juni.

Monat	Temperaturdifferenzen der Luft zwischen			des Bodens zwischen		
	H.-N.	N.-M.	H.-M.	H.-N.	N.-M.	H.-M.
Januar	0,3	0,7	1,0	— 0,1	1,0	0,9
Februar	0,1	2,1	2,2	0,1	1,2	1,3
März	0,7	3,2	3,9	0,7	1,2	1,9
April	0,6	3,8	4,4	0,5	2,3	2,8
Mai	0,6	3,0	3,6	1,1	1,8	2,9
Juni	0,8	3,3	4,1	1,4	2,8	4,2
Juli	0,6	3,3	3,9	1,1	2,9	4,0
August	0,5	2,7	3,2	0,8	2,6	3,4
September	0,3	2,6	2,9	0,5	2,0	2,5
October	0,2	2,4	2,6	0,3	2,5	2,8
November	0,5	1,8	2,3	0,4	2,0	2,4
December	0,5	1,2	1,7	0,1	1,3	1,4
Jahr	0,4	2,5	2,9	0,6	2,0	2,6

[1] Ciro Christoni, Ueber die Temperatur des Schnees u. s. w. Naturwissenschaftliche Rundschau. IV. No. 18. 1889. p. 227. Atti della R. Accademia dei Lincei 1888. Ser. 4. Rendiconti. Vol. IV. (2.) p. 278.

Digitized by Google

3. Die Maximal- bezw. Minimalwerthe der Luft- und Oberflächentemperatur liegen im Juli, bezw. Januar (Melkerei: Februar). Das stärkste Anschwellen beider Temperaturen erfolgt für Hagenau und Neumath vom März nach April, für Melkerei vom April nach Mai; die grösste Abnahme für alle drei Böden vom September nach October. Das Anschwellen der Oberflächentemperatur in genanntem Monatsintervall ist bei Hagenau und Neumath stärker, bei Melkerei schwächer wie die Abnahme an zweitem Termine. Dagegen ist für die Luft die Maximalabnahme stets grösser wie die Maximalzunahme.

Differenzen der Temperaturmittel von Monat zu Monat.

	Luft			Bodenoberfläche		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
I zu II	1,6	1,8	0,4	0,3	0,1	— 0,1
II „ III	3,4	2,8	1,7	2,1	1,5	1,5
III „ IV	4,7	4,8	4,2	4,4	4,6	3,5
IV „ V	4,1	4,1	4,9	4,3	3,7	4,2
V „ VI	2,7	2,5	2,2	3,1	2,8	1,8
VI „ VII	1,0	1,2	1,2	1,1	1,4	1,3
VII „ VIII	— 0,8	— 0,7	— 0,1	— 0,6	— 0,3	0,0
VIII „ IX	— 2,5	— 2,3	— 2,2	— 2,4	— 2,1	— 1,5
IX „ X	— 5,3	— 5,2	— 5,0	— 4,3	— 4,1	— 4,6
X „ XI	— 4,0	— 4,3	— 3,7	— 3,5	— 3,6	— 3,1
XI „ XII	— 4,1	— 4,1	— 3,5	— 3,3	— 3,0	— 2,3
XII „ I	— 0,8	— 0,6	— 0,1	— 1,2	— 1,0	— 0,7

4. Mit steigender Seehöhe werden die Zunahmen der Luft- und Oberflächentemperatur zwischen Juni und Juli grösser, ebenso für die Lufttemperatur zwischen April und Mai. Die Zu- und Abnahmen zwischen den anderen Monaten werden kleiner.

B. Einfluss der Schneedecke. Die Untersuchungen, welche wir über den Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der Oberfläche des Feldbodens angestellt haben, werden wir in gleicher Weise für den Waldboden führen.

Wieder fanden wir, dass im Januar der Boden von Neumath wärmer ist als der von Hagenau, dass er sich dagegen schon im Februar der allgemeinen Regel 2 anschliesst.

Stellen wir, wie früher (p. 202), die Regenmengen und Schneehöhen zusammen.

Es ergiebt sich mit Rücksicht auf unsere früheren Erörterungen die Erklärung für das auffällige Verhalten des Bodens Neumath von selbst. Trotzdem jedoch die Verhältnisse für den Waldboden Neumath günstiger liegen wie für den Feldboden (cf. p. 202), ist der Einfluss der Schneedecke auf die Temperatur der Oberfläche hier ein geringerer.

5. Die Schneedecke übt auf die Temperatur der Bodenoberfläche einen schützenden Einfluss aus, doch ist dieser nur gering.

Digitized by Google

Tabelle 8.

Mittel 1882—91.

Monat	Regenmengen in mm			Schneehöhe in mm		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
Januar . . .	25,1	19,5	35,6	4,8	10,9	41,8
Februar . .	20,3	13,9	25,0	6,2	6,4	40,3
März . . .	46,7	35,2	55,2	7,2	9,0	56,1
April . . .	25,3	30,0	39,2	1,6	2,8	22,6
Mai	57,2	52,6	81,6	—	—	16,1
Juni . . .	68,6	57,6	106,0	—	—	—
Juli	72,0	61,2	107,6	—	—	—
August . . .	47,5	41,0	70,9	—	—	—
September .	53,1	46,6	83,5	—	—	—
October . .	54,5	50,0	98,4	—	1,2	18,9
November . .	52,6	61,4	100,6	2,9	3,1	41,3
December . .	53,6	40,7	79,3	9,5	14,1	93,0
Jahressumme.	576,5	509,7	882,9	32,2	47,5	330,1

Ziehen wir zum Beweis den schneereichsten Monat unserer Periode, den December 1886, wieder heran.

Station	Schneehöhe mm December		Oberflächentemperatur December		Differenz der Temperatur
	1886	1882—91	1886	1882—91	
Hagenau . . .	39,4	9,5	3,0°	2,0°	1,0°
Neumath . . .	38,1	14,1	2,7	1,9	0,8
Melkerei . . .	182,6	93,0	0,4	0,6	— 0,2

Schützend auf die Temperatur der Bodenoberfläche wirkt in erster Linie die Laubdecke. Die Versuche, welche H. Becquerel[1] im Jardin des Plantes zu Paris anstellte, führten ihn zu dem Schlusse, dass eine Walddecke (sol rasiné) gegen das Eindringen der Kälte in die Erde einen Schutz gewährt, wie eine Feldbodenschicht von 0,50 m. Und in der That: die Oberflächentemperatur des Waldbodens von Hagenau war z. B. im Januar 1891 —1,3°, der Feldboden dagegen hatte in 0,30 m Tiefe noch die Temperatur —2,2°, in 0,60 m Tiefe —0,7°. Es entsprechen demnach diese Temperaturunterschiede einer schützenden Decke von 0,48 m Dicke.

6. Ist daher die äussere Lufttemperatur andauernd sehr niedrig, so wird der Einfluss der Schneedecke auf die Bodentemperatur nicht mehr nennenswerth.

Die folgenden Zahlen für Januar 1891 und Februar 1889 werden dies bestätigen.

---

[1] H. Becquerel, l. c. Compt. rend. 113. II. 1891. p. 487. Beobachtungen vom 1. November 1890 bis 31. März 1891.

Digitized by Google

I.

Station	Lufttemperatur Januar		Schneedecke Januar		Bodenoberfläche Januar	
	1891	Mittel 1882—91	1891	Mittel 1882—91	1891	Mittel 1882—91
Hagenau . .	— 4,5°	— 0,6°	14,6 mm	4,8 mm	— 1,3°	0,8°
Neumath . .	— 4,3	— 0,9	22,7 „	10,9 „	— 0,9	0,9
Melkerei . .	— 5,8	— 1,6	68,4 „	41,8 „	— 1,1	— 0,1

II.

Station	Lufttemperatur Februar		Schneedecke Februar		Bodenoberfläche Februar	
	1889	Mittel 1882—91	1889	Mittel 1882—91	1889	Mittel 1882—91
Hagenau . .	— 1,0°	1,0°	32,1 mm	6,2 mm	0,5°	1,1°
Neumath . .	— 2,2	0,9	27,2 „	6,4 „	0,1	1,0
Melkerei . .	— 4,7	— 1,2	148,5 „	40,3 „	— 0,2	— 0,2

c) Feld- und Waldboden.

1. Im Jahresmittel und in den meisten Monaten ist die Feldluft wärmer wie die Waldluft[1]. Die Differenzen zwischen der Temperatur der Luft im Freien und im Walde sind im Sommer am grössten, werden nach dem Herbst hin kleiner und verschwinden fast ganz im Winter.

Der Gang kann nach Fautrat[2] durch den Holzbestand des Waldes stark beinflusst werden.

2. Im Jahresmittel und in den einzelnen Monaten, mit Ausnahme des Winters, ist die Temperatur der Waldbodenoberfläche niedriger wie die der Feldbodenoberfläche[3]. Die Differenz zwischen der Oberflächentemperatur im Freien und im Walde ist im Juni am grössten, im Januar bezw. December am kleinsten. Die Einwirkung des Waldes auf die Bodentemperatur ist daher im Winter am geringsten.
3. Der Temperaturunterschied zwischen der Bodenoberfläche und der Luft ist im Jahresmittel und in den einzelnen Monaten, mit Ausnahme des Winters, im Feldboden erheblicher wie im Waldboden. Im Juni ist er am grössten, in der Hochebene erreicht er die höchsten Werthe.

[1] Nördlinger, Ueber die Beziehungen zwischen Waldluft und Freilandtemperatur. Naturforscher 1886. 19. Jahrg. 43. p. 433.

[2] L. Fautrat, Influence du sol et des forêts sur le climat. Températures des couches d'air au-dessus du massif etc. Compt. rend. 1877. 85. Bd. No. 24. p. 1115.

[3] Ebermayer, Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Aschaffenburg 1873.

Digitized by Google

Dieser Satz ergiebt sich, wenn man in nachstehender Tabelle die Differenz: Oberfläche-Luft bildet.

Temperaturdifferenzen zwischen Feld- und Waldboden.

Monat	Luft			Oberfläche		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
Januar . . .	0,2	0,3	0,5	— 0,6	— 0,2	— 0,1
Februar . .	0,4	0,1	0,7	0,0	0,3	0,0
März . . .	0,3	— 0,2	0,7	0,9	1,3	— 0,4
April . . .	0,4	— 0,5	0,7	2,5	2,2	0,7
Mai	1,3	0,2	1,0	4,3	4,5	3,5
Juni . . .	2,0	0,8	1,8	5,6	6,0	5,6
Juli	1,9	0,9	2,1	5,4	5,5	5,5
August . . .	1,8	1,0	1,8	4,0	3,9	4,9
September .	1,4	0,8	1,4	2,5	3,0	3,1
October . .	1,0	0,4	0,8	0,8	1,2	1,6
November . .	0,3	0,1	0,4	— 0,3	0,2	0,5
December . .	0,2	0,1	0,5	— 0,4	— 0,3	0,0
Jahr . . .	0,9	0,3	1,0	2,0	2,3	2,1

4. Bilden wir für die Luft und die Bodenoberfläche den Unterschied zwischen den Temperaturdifferenzen des Feld- und Waldbodens zwischen den einzelnen Stationen, so ergiebt sich:

   Mit steigender Seehöhe nimmt im Jahresmittel die Luft- und Oberflächentemperatur im Walde mehr ab als im Felde; im Frühling sinkt die Oberflächen-, im Sommer und Herbst die Lufttemperatur im Freilandboden erheblicher wie im bedeckten.
5. Die Ab- bezw. Zunahme der Temperatur der Luft von Monat zu Monat erfolgt im Felde, mit Ausnahme der Frühjahrsmonate, rascher wie im Walde. Mit zunehmender Erhebung erwärmt sich im Sommer die Waldluft schneller wie die Feldluft[1].

Unterschiede zwischen der Ab- und Zunahme der Luft- und Oberflächentemperatur des Feld- und Waldbodens.

	Luft			Oberfläche		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
I zu II	0,2	— 0,2	0,2	0,6	0,5	0,1
II „ III	— 0,1	— 0,3	0,0	0,9	1,0	— 0,4
III „ IV	— 0,2	— 0,3	0,0	1,6	0,9	1,1
IV „ V	0,9	+ 0,7	0,3	1,8	2,3	2,8
V „ VI	0,7	0,6	0,8	1,3	1,5	2,1
VI „ VII	— 0,1	0,1	0,3	— 0,2	— 0,5	— 0,1
VII „ VIII	0,1	— 0,1	0,3	1,4	1,6	0,6
VIII „ IX	0,4	0,2	0,4	1,5	0,9	1,8
IX „ X	0,4	0,4	0,6	1,7	1,8	1,5
X „ XI	0,7	0,3	0,4	1,1	1,0	1,1
XI „ XII	0,1	0,0	— 0,1	0,1	0,5	0,5
XII „ I	0,0	— 0,2	0,0	0,2	— 0,1	0,1

[1] Nördlinger l. c. p. 435.

Digitized by Google

6. Die zunehmende Erwärmung bezw. Abkühlung der Bodenoberfläche ist in allen Monaten, bis auf Juni-Juli, im Felde grösser wie im Walde. Mit steigender Seehöhe nimmt im Sommer die Erwärmung stärker zu.
7. Die Jahresamplituden der Luft- und der Bodenoberflächentemperaturen sind im Feldboden grösser wie im Waldboden. Sie werden mit steigender Meereshöhe kleiner. Der Unterschied zwischen der Jahresamplitude der Feld- und Waldluft ist viel kleiner als der zwischen der Jahresamplitude der Feld- und Waldbodenoberfläche.

Station	Amplituden:					
	Luft			Bodenoberfläche		
	A. Feld	B. Wald	A—B.	A^1. Feld	B^1. Wald	A^1—B^1.
Hagenau . .	19,2°	17,5°	1,7°	21,3°	15,3°	6,0°
Neumath . .	17,8	17,2	0,6	19,8	14,1	5,7
Melkerei . .	16,2	12,3	3,9	17,8	12,3	5,5

8. Die Schwankungen in der Temperatur der Waldbodenoberfläche sind kleiner wie in der Feldbodenoberfläche.

Die grössten Schwankungen zeigt in trockenem Zustand eine Sandbodenfläche, ebenso aber auch die geringsten, wenn sie feucht ist[1]. Denn die Wärmeleitungsfähigkeit (cf. p. 256) im feuchten Boden ist grösser wie im trockenen. Es werden sich also die Temperaturunterschiede besser und schneller im feuchten Boden ausgleichen können. Es müssen daher auch die Schwankungen in dem stets feuchten Waldboden geringer sein, wie in dem oft trockenen Freilandsboden.

4. Der Gang der Temperatur des Bodens in den verschiedenen Tiefen.

a) Feldboden.

Wir haben bisher die Temperaturen der Luft, der Bodenoberfläche und des Bodens in 1,20 m Tiefe betrachtet und die zwischen jenen einzelnen Werthen bestehenden Beziehungen aufgesucht. Da das Verhalten der Randwerthe der Bodenkrume eingehend erörtert wurde, kann ich mich für die Zwischenschichten kürzer fassen.

1. Mit Ausnahme der obersten Schicht sind die jährlichen Mitteltemperaturen an einem und demselben Orte nahezu einander gleich.
2. Von October bis März nimmt die Temperatur des Bodens von oben nach unten zu, von April bis September ab. Von September bis März ist die Bodenkrume wärmer als die Luft.

[1] Haberlandt, Ueber die Wärmeleitung im trockenen und feuchten Boden. Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues von Prof. Fr. Haberlandt. Wien, Gerold. 2. Bd. 1877. p. 1—25.

Digitized by Google

Ab- und Zunahme der Temperatur mit der Tiefe.

Monat	Hagenau						Neumath						Melkerei					
	m 0,15 bis 0	m 0,30 bis 0,15	m 0,60 bis 0,30	m 0,90 bis 0,60	m 1,20 bis 0,90	m 1,20 bis 0	m 0,15 bis 0	m 0,30 bis 0,15	m 0,60 bis 0,30	m 0,90 bis 0,60	m 1,20 bis 0,90	m 1,20 bis 0	m 0,15 bis 0	m 0,30 bis 0,15	m 0,60 bis 0,30	m 0,90 bis 0,60	m 1,20 bis 0,90	m 1,20 bis 0
Januar	0,2	0,6	1,3	1,1	0,9	4,1	0,4	0,1	0,6	0,8	1,1	3,0	0,6	— 0,1	1,4	1,2	0,8	3,9
Februar . . .	— 0,2	0,2	0,8	0,8	0,8	2,4	— 0,2	0,3	0,2	0,6	0,9	1,8	0,2	0,0	1,1	1,0	0,8	3,1
März	— 0,8	0,0	0,5	0,2	0,6	0,5	— 1,2	0,3	0,1	0,1	0,5	— 0,2	— 0,5	— 0,1	0,8	0,8	0,5	1,5
April	— 1,5	— 0,7	0,0	— 0,4	— 0,2	— 2,8	— 2,0	— 0,2	— 0,4	— 0,7	— 0,3	— 3,6	— 2,3	0,2	— 0,3	— 0,2	0,0	— 2,6
Mai	— 2,0	— 1,1	— 0,4	— 1,0	— 0,9	— 5,4	— 2,5	— 0,6	— 0,9	— 1,2	— 0,9	— 6,1	— 3,3	0,5	— 1,7	— 1,5	— 1,0	— 7,0
Juni	— 2,2	— 1,4	— 0,5	— 1,1	— 1,1	— 6,3	— 3,3	— 0,9	— 0,9	— 1,1	— 1,0	— 7,2	— 3,3	0,3	— 1,7	— 1,7	— 1,4	— 7,8
Juli	— 2,2	— 1,0	— 0,2	— 1,0	— 0,9	— 5,3	— 2,6	— 0,6	— 0,6	— 1,0	— 1,0	— 5,8	— 2,7	0,2	— 1,4	— 1,6	— 1,2	— 6,7
August	— 1,9	— 0,4	0,2	— 0,4	— 0,5	— 3,0	— 1,7	— 0,5	— 0,1	— 0,5	— 0,7	— 3,5	— 2,5	0,4	— 0,9	— 1,2	— 0,9	— 5,1
September . . .	— 1,3	0,2	0,6	0,1	0,0	— 0,4	— 1,3	— 0,1	0,4	0,0	— 0,2	— 1,2	— 1,3	0,3	0,0	— 0,4	— 0,5	— 1,9
October	— 0,3	0,3	1,4	0,9	0,5	2,8	— 0,2	— 0,2	1,2	0,6	0,7	2,1	0,1	0,0	1,2	0,7	0,4	2,4
November . . .	— 0,5	1,2	1,5	1,1	0,9	4,2	0,3	— 0,2	1,3	0,9	1,0	3,3	0,6	— 0,6	2,1	1,2	0,7	4,0
December . . .	0,2	0,6	1,6	1,2	1,0	4,6	0,5	0,1	1,0	1,1	1,1	3,8	0,8	— 0,1	1,6	1,3	0,9	4,5
Jahr	— 1,0	— 0,1	+ 0,5	0,1	0,1	— 0,4	— 1,2	— 0,1	0,1	0,0	0,0	— 1,2	— 1,1	0,1	0,2	— 0,1	— 0,1	— 1,0

Digitized by Google

3. Die stärkste Temperaturzunahme nach unten erfolgt im December, die stärkste Abnahme im Juni. Diese Temperaturabnahme ist grösser wie die Zunahme.
4. Bilden wir zwischen den einzelnen Stationen die Unterschiede zwischen den Temperaturab- und -zunahmen mit der Tiefe, so finden wir:

   Mit steigender Erhebung über den Meeresspiegel werden die Temperaturabnahmen nach der Tiefe grösser, die Temperaturzunahmen dagegen bis auf Februar und März kleiner.
5. Die Temperaturen aller Bodenschichten nehmen im Jahresmittel und für die einzelnen Monate mit der Erhebung des Ortes über den Meeresspiegel ab.

Die Ausnahme: Hagenau-Neumath wurde auf die Einflüsse der Schneedecke zurückgeführt. Man sieht, der Einfluss reicht bis 0,30 m Tiefe.

Temperaturunterschiede.

Monat	Zwischen Hagenau-Neumath Tiefe							Zwischen Neumath-Melkerei Tiefe						
	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	Krume	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	Krume
Jan.	— 0,5	— 0,7	— 0,2	0,5	0,8	0,6	0,1	0,9	0,7	0,9	0,1	— 0,3	0,0	0,3
Febr.	— 0,2	— 0,2	— 0,2	0,4	0,6	0,5	0,1	1,5	1,1	1,4	0,5	0,1	0,2	0,8
März	0,3	0,7	0,4	0,8	0,9	1,0	0,8	2,9	2,2	2,6	1,9	1,2	1,2	2,0
April	0,8	1,3	0,8	1,2	1,5	1,6	1,2	3,8	4,1	3,7	3,6	3,1	2,8	3,5
Mai	0,9	1,4	0,9	1,4	1,6	1,6	1,3	2,8	3,6	2,5	3,3	3,6	3,7	3,2
Juni	1,0	2,1	1,6	2,0	2,0	1,9	1,7	3,2	3,2	2,0	2,8	3,4	3,8	3,1
Juli	1,0	1,4	1,0	1,4	1,4	1,5	1,3	2,9	3,0	2,2	3,0	3,6	3,8	3,1
Aug.	0,9	0,7	0,8	1,1	1,1	1,3	1,0	1,6	2,4	1,5	2,3	3,0	3,2	2,3
Sept.	0,0	0,0	0,3	0,5	0,6	0,8	0,4	1,9	1,9	1,5	1,9	2,3	2,6	2,0
Oct.	— 0,1	— 0,2	0,3	0,5	0,8	0,6	0,2	2,1	1,8	1,6	1,6	1,5	1,8	1,9
Nov.	— 0,1	— 0,9	0,5	0,7	0,9	0,8	0,4	1,7	1,4	1,8	1,0	0,7	1,0	1,2
Dec.	0,0	— 0,3	0,2	0,8	0,9	0,8	0,4	1,0	0,7	0,9	0,3	0,1	0,3	0,5
Jahr	0,3	0,5	0,5	0,9	1,0	1,1	0,7	2,2	2,2	1,9	1,8	1,9	2,0	2,0

Die Abnahme ist am grössten im April und Juni, am kleinsten im Januar. Die Abnahmen werden im Frühling mit zunehmender Tiefe kleiner, in den anderen Jahreszeiten grösser.

6. Die Wärmewellen dringen in die tieferen Schichten langsamer ein, so dass sich in diesen die Maxima (und Minima) successive verspäten. Bei einer Tiefe von 0,90 m beträgt die Verspätung schon einen Monat.
7. Das stärkste Anschwellen der Temperatur erfolgt bei allen Schichten von April nach Mai; die grösste Abnahme bis zur Tiefe 0,60 m von September nach October, von 0,60 m bis 1,20 m von October nach November. Das Anschwellen in genannten Monatsintervallen ist stärker wie die Abnahme.

   Mit der Tiefe werden, mit Ausnahme von Juni-Juli, die Zu- und Abnahmen immer kleiner.

Digitized by Google

Differenzen der Temperaturmittel von Monat zu Monat.

	Hagenau							Neumath							Melkerei						
	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume
I zu II	0,9	0,5	0,2	−0,3	−0,6	−0,7	0,0	0,6	0,0	0,2	−0,2	−0,4	−0,6	0,0	0,0	−0,4	−0,3	−0,6	−0,8	−0,8	−0,5
II „ III	3,0	2,4	2,1	1,8	1,2	1,0	2,0	2,5	1,5	1,5	1,4	0,9	0,5	1,3	1,1	0,4	0,3	0,0	−0,2	−0,5	0,1
III „ IV	6,0	5,3	4,6	4,1	3,5	2,7	4,3	5,5	4,7	4,2	3,7	2,9	2,1	3,9	4,6	2,8	3,1	2,0	1,0	0,5	2,4
IV „ V	6,1	5,6	5,2	4,8	4,2	3,5	4,9	6,0	5,5	5,1	4,6	4,1	3,5	4,8	7,0	6,0	6,3	4,9	3,6	2,6	5,1
V „ VI	4,4	4,2	3,9	3,8	3,7	3,5	3,9	4,3	3,5	3,2	3,2	3,3	3,2	3,5	3,9	3,9	3,7	3,7	3,5	3,1	3,6
VI „ VII	0,9	0,9	1,3	1,6	1,7	1,9	1,4	0,9	1,6	1,9	2,2	2,3	2,3	1,8	1,2	1,8	1,7	2,0	2,1	2,3	1,8
VII „ VIII	−2,0	−1,7	−1,1	−0,7	−0,2	0,2	−0,9	−1,9	−1,0	−0,9	−0,4	0,1	0,4	−0,6	−0,6	−0,4	−0,2	0,3	0,7	1,0	0,2
VIII „ IX	−3,9	−3,3	−2;7	−2,3	−1,7	−1,2	−2,5	−3,0	−2,6	−2,2	−1,7	−1,2	−0,7	−1,9	−3,3	−2,1	−2,2	−1,3	−0,5	−0,1	−1,6
IX „ X	−6,0	−5,0	−4,9	−4,1	−3,3	−2,8	−4,3	−5,9	−4,8	−4,9	−4,1	−3,5	−2,6	−4,1	−6,1	−4,7	−5,0	−3,8	−2,7	−1,8	−4,0
X „ XI	−4,6	−4,8	−3,9	−3,8	−3,6	−3,2	−4,0	−4,6	−4,1	−4,1	−4,0	−3,7	−3,4	−4,2	−4,2	−3,7	−4,3	−3,4	−2,9	−2,6	−3,5
XI „ XII	−3,4	−2,7	−3,3	−3,2	−3,1	−3,0	−3,2	−3,5	−3,3	−3,0	−3,3	−3,1	−3,0	−3,2	−2,8	−2,6	−2,1	−2,6	−2,5	−2,3	−2,5
XII „ I	−1,4	−1,4	−1,4	−1,7	−1,8	−1,9	−1,6	−0,9	−1,0	−1,0	−1,4	−1,7	−1,7	−1,3	−0,8	−1,0	−1,0	−1,2	−1,3	−1,4	−1,1

Digitized by Google

Ab- und Zunahme der Temperatur mit der Tiefe.

Monat	Hagenau						Neumath						Melkerei					
	m 0,15 bis 0	m 0,30 bis 0,15	m 0,60 bis 0,30	m 0,90 bis 0,60	m 1,20 bis 0,90	m 1,20 bis 0	m 0,15 bis 0	m 0,30 bis 0,15	m 0,60 bis 0,30	m 0,90 bis 0,60	m 1,20 bis 0,90	m 1,20 bis 0	m 0,15 bis 0	m 0,30 bis 0,15	m 0,60 bis 0,30	m 0,90 bis 0,60	m 1,20 bis 0,90	m 1,20 bis 0
Januar	0,4	0,9	1,3	0,9	0,6	4,1	0,1	0,3	1,4	1,0	0,9	2,7	0,5	0,3	1,1	0,9	0,6	3,4
Februar . . .	0,2	0,7	1,0	0,7	0,6	3,2	0,0	0,2	0,3	0,7	0,7	1,9	0,5	0,1	1,0	0,7	0,6	2,9
März	— 0,1	0,4	0,5	0,0	0,7	1,5	— 0,4	0,3	— 0,1	0,4	0,3	0,5	— 0,2	— 0,1	0,6	0,4	0,5	1,2
April	— 0,4	— 0,2	— 0,4	— 0,2	0,1	— 1,1	— 1,1	— 0,2	— 0,4	— 0,3	— 0,3	— 2,3	— 1,1	— 0,6	— 0,2	— 0,1	0,0	— 2,0
Mai	— 0,6	— 1,5	— 0,1	— 0,7	— 0,4	— 3,3	— 0,7	— 0,2	— 0,8	— 0,7	— 0,7	— 3,1	— 1,2	— 0,4	— 1,2	— 1,0	— 0,4	— 4,2
Juni	— 0,7	— 0,6	— 1,3	— 1,0	— 0,8	— 4,4	— 0,6	— 0,2	— 0,8	— 0,9	— 0,9	— 3,4	— 0,8	— 0,3	— 1,3	— 1,1	— 0,8	— 4,3
Juli	— 0,4	— 0,4	— 1,2	— 0,9	— 0,9	— 3,8	— 0,5	— 0,1	— 0,6	— 0,8	— 1,0	— 3,0	— 0,6	— 0,2	— 1,2	— 1,2	— 1,0	— 4,2
August	— 0,4	0,0	— 0,8	— 0,7	— 0,6	— 2,5	— 0,5	0,0	— 0,4	— 0,5	— 0,7	— 2,1	— 0,7	— 0,2	— 0,8	— 0,9	— 0,8	— 3,4
September . . .	— 0,2	0,5	— 0,2	— 0,2	— 0,4	— 0,5	— 0,1	0,2	0,1	— 0,1	— 0,4	— 0,3	— 0,5	0,2	— 0,4	— 0,5	— 0,5	— 1,7
October	0,1	0,8	0,8	0,4	0,1	2,2	0,1	0,2	0,7	0,6	0,2	1,8	0,3	0,4	0,9	— 0,1	0,1	1,6
November . . .	0,2	1,0	1,2	0,7	0,4	3,5	0,2	0,3	0,8	0,9	0,6	2,8	0,4	0,6	1,0	0,7	0,5	3,2
December . . .	0,4	1,1	1,5	0,9	0,6	4,5	0,3	0,2	0,8	1,2	0,8	3,3	0,6	0,4	1,2	0,9	1,0	4,1
Jahr	— 0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	— 0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	— 0,1	— 0,2	0,0	0,0	0,0	— 0,1	— 0,3

Digitized by Google

Die geringsten Zunahmen und Abnahmen fallen in die Termine: Januar-Februar und Juli-August.

9. Mit steigender Seehöhe werden in allen Schichten die Zunahmen zwischen Juni und Juli grösser; sie werden ebenfalls bis 0,60 m grösser zwischen April und Mai. In den anderen Monaten werden die Zu- und Abnahmen kleiner.

Die stärkere Erwärmung der Hochebene im Sommer pflanzt sich bis in die tieferen Schichten fort.

b) Waldboden.

1. Die jährlichen Mitteltemperaturen der einzelnen Bodenschichten sind nahezu einander gleich.
2. Von October bis März nimmt die Temperatur des Bodens von oben nach unten zu, von April bis September ab. Von April bis September ist die gesammte Bodenkrume kälter wie die Luft, von October bis März wärmer.
3. Die stärkste Temperaturzunahme nach unten erfolgt im December; die stärkste Abnahme im Juni und für die tiefsten Schichten im Juli.

   Die Maximaltemperaturzunahme der Krume ist nahezu der Maximalabnahme gleich.
4. Mit steigender Erhebung über den Meeresspiegel werden die Temperaturzunahmen nach der Tiefe kleiner, die Abnahmen grösser.

Temperaturdifferenzen.

Monat	Zwischen Hagenau-Neumath, Tiefe							Zwischen Neumath-Melkerei, Tiefe						
	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	Krume	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	Krume
Januar .	— 0,1	0,2	0,8	1,7	1,6	1,3	0,9	1,0	0,6	0,6	— 0,1	0,0	0,3	0,4
Februar .	0,1	0,3	0,8	1,5	1,5	1,4	1,0	1,2	0,7	0,8	0,1	0,1	0,2	0,5
März . .	0,7	1,0	1,1	1,7	1,3	1,7	1,2	1,2	1,0	1,4	0,7	0,7	0,5	0,9
April . .	0,5	1,2	1,2	1,3	1,3	1,7	1,2	2,3	2,3	2,7	2,5	2,3	2,0	2,3
Mai . .	1,1	1,2	— 0,1	0,6	0,6	0,9	0,8	1,8	2,3	2,5	2,9	3,2	2,9	2,6
Juni . .	1,4	1,3	0,9	0,4	0,3	0,4	1,0	2,8	3,0	3,1	3,6	3,8	3,7	3,1
Juli . .	1,1	1,2	0,9	0,3	0,2	0,3	0,7	2,9	3,0	3,1	3,7	4,1	4,1	3,5
August .	0,8	0,9	0,9	0,5	0,3	0,4	0,6	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	3,9	3,3
Sept. . .	0,5	0,4	0,7	0,4	0,3	0,3	0,5	2,0	2,4	2,4	2,9	3,3	3,4	2,7
October .	0,3	0,3	0,9	1,0	0,8	0,7	0,7	2,5	2,3	2,1	1,9	2,4	2,5	2,3
November	0,4	0,4	1,1	1,5	1,3	1,1	1,0	2,0	1,8	1,5	1,3	1,5	1,6	1,6
December	0,1	0,2	1,1	1,8	1,5	1,3	1,1	1,3	1,0	0,8	0,4	0,7	0,5	0,8
Jahr . .	0,6	0,7	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	2,0	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,1

5. Die Temperaturen aller Bodenschichten nehmen im Jahresmittel und für die einzelnen Monate mit der Erhebung des Ortes über den Meeresspiegel ab. Die Abnahme ist am grössten im Juni und Juli, am kleinsten im Januar.

Digitized by Google

Differenzen der Temperaturmittel von Monat zu Monat.

	Hagenau							Neumath							Melkerei						
	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume
I zu II	0,3	0,1	– 0,1	– 0,4	– 0,6	– 0,6	– 0,2	0,1	0,0	– 0,1	– 0,2	– 0,5	– 0,7	– 0,3	– 0,1	– 0,1	– 0,3	– 0,4	– 0,6	– 0,6	– 0,4
II „ III	2,1	1,8	1,5	1,0	0,3	0,4	1,1	1,5	1,1	1,2	0,8	0,5	0,1	0,9	1,5	0,8	0,6	0,2	– 0,1	– 0,2	0,5
III „ IV	4,4	4,1	3,5	2,7	2,4	1,8	3,2	4,6	3,9	3,4	3,1	2,4	1,8	3,2	3,5	2,6	2,1	1,3	0,8	0,3	1,8
IV „ V	4,3	4,1	2,8	3,0	2,6	2,1	3,2	3,7	4,1	4,1	3,7	3,3	2,9	3,6	4,2	4,1	4,3	3,3	2,4	2,0	3,3
V „ VI	3,1	3,0	3,9	2,7	2,4	2,0	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	2,7	2,5	2,6	1,8	2,2	2,3	2,2	2,1	1,7	2,1
VI „ VII	1,1	1,4	1,6	1,7	1,8	1,7	1,6	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	1,8	1,9	1,3	1,5	1,6	1,7	1,6	1,4	1,5
VII „ VIII	– 0,6	– 0,6	– 0,2	0,2	0,4	0,7	– 0,1	– 0,3	– 0,3	– 0,2	0,0	0,3	0,6	0,0	0,0	– 0,1	– 0,1	0,3	0,6	0,8	0,2
VIII „ IX	– 2,4	– 2,2	– 1,7	– 1,1	– 0,6	– 0,4	– 1,3	– 2,1	– 1,7	– 1,5	– 1,0	– 0,6	– 0,3	– 1,2	– 1,5	– 1,3	– 0,9	– 0,5	– 0,1	0,2	– 0,6
IX „ X	– 4,3	– 4,0	– 3,7	– 2,7	– 2,1	– 1,6	– 3,1	– 4,1	– 3,9	– 3,9	– 3,3	– 2,6	– 2,0	– 3,3	– 4,6	– 3,8	– 3,6	– 2,3	– 1,7	– 1,1	– 2,9
X „ XI	– 3,5	– 3,4	– 3,2	– 2,8	– 2,5	– 2,2	– 2,9	– 3,6	– 3,5	– 3,4	– 3,3	– 3,0	– 2,6	– 3,2	– 3,1	– 3,0	– 2,8	– 2,7	– 2,1	– 1,7	– 2,5
XI „ XII	– 3,3	– 3,1	– 3,0	– 2,7	– 2,5	– 2,3	– 2,8	– 3,0	– 2,9	– 3,0	– 3,0	– 2,7	– 2,5	– 2,9	– 2,3	– 2,1	– 2,3	– 2,1	– 1,9	– 1,4	– 2,1
XII „ I	– 1,2	– 1,2	– 1,4	– 1,6	– 1,6	– 1,6	– 1,5	– 1,0	– 1,2	– 1,1	– 1,5	– 1,7	– 1,6	– 1,3	– 0,7	– 0,8	– 0,9	– 1,0	– 1,0	– 1,4	– 0,9

Digitized by Google

Fankhäuser[1] bemerkt, dass der Unterschied bei Wäldern mit immergrünen Blättern grösser sei, als bei solchen, deren Bäume im Winter das Laub verlieren.

6. Die Wärme- und Kältewellen dringen in die tieferen Schichten sehr langsam vor und zwar um so langsamer, je höher der Boden gelegen ist. Bei einer Tiefe von 0,60 m beträgt die Verspätung schon einen Monat.
7. Das stärkste Anschwellen der Temperatur erfolgt bei allen Schichten von April nach Mai; die grösste Abnahme bis 0,30 m Tiefe von September nach October, von 0,30 bis 1,20 m von October nach November. Die Zunahmen sind nur wenig grösser wie die Abnahmen; mit steigender Seehöhe wachsen auch die Unterschiede. Mit der Tiefe werden, December-Januar und Juni-Juli ausgenommen, die Abnahmen kleiner.
8. Mit steigender Seehöhe werden die Zuahmen bis 0,30 m zwischen Juni und Juli, und die von 0,60 bis 1,20 m zwischen Juli und August grösser; in den anderen Monaten werden die Zu- und Abnahmen kleiner.

c) Feld- und Waldboden.

1. Die mittlere Jahrestemperatur des Feldbodens ist in allen Tiefen höher als die des Waldbodens. Der Unterschied ist am grössten an der Oberfläche.
2. Im Frühjahr, Sommer und Herbst ist die Waldkrume kälter als die Feldkrume, im Winter wärmer.

Im Einzelnen verhalten sich die Böden der drei Stationen ganz verschieden.

In Hagenau ist nahezu 5 Monate die Waldkrume wärmer wie die Feldkrume, in Neumath 2 und in Melkerei 3 Monate.

3. Die Temperaturdifferenz zwischen bewaldetem und nicht bewaldetem Boden ist in allen Tiefen im Sommer am grössten und im Herbst grösser wie im Frühjahr. Es übt daher der Wald im Sommer (und dann im Herbst) auf die Temperatur des Bodens den grössten Einfluss aus.

Mit steigender Seehöhe verschiebt sich die Maximaltemperaturdifferenz für alle Tiefen entsprechend der Verschiebung der Maxima mit der Seehöhe (cf. p. 224).

4. Die Temperaturunterschiede zwischen Feld- und Waldboden sind an der Oberfläche im Frühjahr und Sommer grösser wie in den tieferen Schichten, im Herbst und Winter kleiner.
5. Von April bis September nimmt die Temperatur des Feldbodens von oben nach unten mehr ab wie die des Waldbodens.

Von October bis Januar erwärmt sich der Feldboden nach unten stärker wie der Waldboden, im Februar und März weniger.

Im Januar und Februar sind die Unterschiede in der Temperatur der Wald- und Bodenkrume am geringsten.

[1] Fankhäuser, Vergleichende forstlich-meteorol. Beobachtungen. Wollny's „Agriculturphysik". 1882. V. p. 316.

Digitized by Google

Differenzen der Temperaturen des Feld- und Waldbodens.

Monat	Hagenau							Neumath							Melkerei						
	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	Krume
Januar . .	−0,6	−0,8	−1,1	−1,1	−0,9	−0,6	−0,9	−0,2	0,1	−0,1	0,1	−0,1	0,1	−0,1	−0,1	0,0	−0,4	−0,1	0,2	0,4	0,0
Februar . .	0,0	−0,4	−0,8	−1,0	−0,9	−0,7	−0,7	0,3	0,1	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	−0,3	−0,4	−0,3	0,0	0,2	−0,1
März . . .	0,9	0,2	−0,2	−0,2	0,0	−0,1	0,2	1,3	0,5	0,5	0,7	0,4	0,6	0,6	−0,4	−0,7	−0,7	−0,5	−0,1	−0,1	−0,5
April . . .	2,5	1,4	0,7	1,2	1,1	0,8	1,3	2,2	1,3	1,3	1,3	0,9	0,9	1,3	0,7	−0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Mai . . .	4,3	2,9	3,3	3,0	2,7	2,2	3,0	4,5	1,7	2,3	2,2	1,7	1,5	2,5	3,5	1,4	2,3	1,8	1,3	0,7	1,9
Juni . . .	5,6	4,1	3,3	4,1	4,0	3,7	4,1	6,0	3,3	2,6	2,5	2,3	2,2	3,4	5,6	3,1	3,7	3,3	2,7	2,1	3,4
Juli . . .	5,4	3,6	3,0	4,0	3,9	3,9	3,9	5,5	3,4	2,9	2,9	2,7	2,7	3,3	5,5	3,4	3,8	3,6	3,2	3,0	3,7
August . .	4,0	2,5	2,1	3,1	3,3	3,4	3,1	3,9	2,7	2,2	2,5	2,5	2,5	2,7	4,9	3,1	3,7	3,6	3,3	3,2	3,7
September .	2,5	1,4	1,1	1,9	2,2	2,6	1,9	3,0	1,8	1,5	1,8	1,9	2,1	2,0	3,1	2,3	2,4	2,8	2,9	2,9	2,7
October . .	0,8	0,4	−0,1	0,5	1,0	1,4	0,7	1,2	0,9	0,5	1,0	1,0	1,5	1,2	1,6	1,4	1,0	1,3	1,9	2,2	1,6
November .	−0,3	−1,0	−0,8	−0,5	−0,1	0,4	−0,4	0,2	0,3	−0,2	0,3	0,3	0,7	0,2	0,5	0,7	−0,5	0,6	1,1	1,3	0,6
December .	−0,4	−0,6	−1,1	−1,0	−0,7	−0,3	−0,8	−0,3	−0,1	−0,2	0,0	−0,1	0,2	−0,1	0,0	0,2	−0,3	0,1	0,5	0,4	0,2
Jahr . . .	2,0	1,2	0,7	1,2	1,3	1,4	1,3	2,3	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,4	2,1	1,1	1,3	1,5	1,4	1,4	1,5

Digitized by Google

6. Mit steigender Erhebung über den Meeresspiegel werden mit der Tiefe die Temperaturabnahmen im Walde grösser wie im Felde (mit Ausnahme des Aprils); die Temperaturzunahmen nach der Tiefe nehmen mit der Höhe ab, und zwar im Waldboden mehr wie im Feldboden.
7. Die Temperaturen aller Bodenschichten nehmen im Jahresmittel und für die einzelnen Monate mit der Erhebung des Ortes über den Meeresspiegel ab, und zwar von März bis Juli der Feldboden mehr wie der Waldboden, im Herbst und Winter dagegen der Waldboden mehr wie der Feldboden.
8. Von October bis Februar ist die Waldkrume wärmer wie die Luft, in den anderen Monaten kälter. Im Felde wird die gesammte Krume niemals kälter wie die Luft.
9. Das Anschwellen der Temperatur von Monat zu Monat, wie auch das Abnehmen ist, mit Ausnahme von Juni-Juli und Februar-März, in allen Schichten des Feldbodens erheblicher wie im Waldboden.
10. Mit steigender Seehöhe werden die Ab- und Zunahmen der Temperatur zwischen April und Juli im Waldboden beträchtlicher wie im Feldboden, sonst geringer.
11. Der Waldboden hat in allen Tiefen geringere Wärmeschwankungen wie der Feldboden.

Für die geringeren Wärmeschwankungen im Walde spricht erklärend der hohe Gehalt an organischer Substanz der Erde, welcher die Wärmeleitungsfähigkeit verlangsamt. Selbst die Waldbodenoberfläche ist nur geringen Schwankungen unterworfen. Der die Ausstrahlung hemmende Einfluss der Blätter ist nicht zu verkennen. Die Nähe der immergrünen Bäume wird aber auch ihrerseits durch Abhalten der Sonnenstrahlen die grössere Constanz veranlassen[1]. Gerade in der Lufttemperatur zeigt sich am auffallendsten der Einfluss des Blätterdaches. Tags ist die Waldluft kälter, Nachts wärmer als im freien Felde[2].

5. Die Erdbodentemperaturen um 8 Uhr Vormittags und 2 Uhr Nachmittags.

Die Monatsmittel der Erdbodentemperaturen um 8 Uhr Vormittags und 2 Uhr Nachmittags wurden derart berechnet, dass man alle Tage des betreffenden Monats berücksichtigte (cf. p. 189). Da es im Folgenden nur darauf ankommt, die allgemeinen Unterschiede in den beiden Temperaturverläufen aufzudecken, glaubte ich in der Berechnung zweier Jahrgänge genügendes Material zu besitzen. Ich wählte die in ihrem Charakter durchaus verschiedenen Jahrgänge 1890 und 1891. Für jedes derselben wurden die Monats- und Jahres-

[1] M. u. E. Becquerel, De la température du sol, observée au Jardin des Plantes à l'Observatoire et à Montsouris pendant le mois 1871. Compt. rend. 1872. Bd. 74. No. 4. p. 212.

[2] Nördlinger, Einfluss des Waldes auf die Luft- und Bodenwärme. Der Naturforscher. 19. No. 11. p. 119, No. 21. p. 220.

Digitized by Google

Tabelle 9.

Erdbodentemperaturen 8 Uhr Morgens und 2 Uhr Mittags. Mittel 1890—91.

a) Feld.

Hagenau.

Monat	8 Uhr						2 Uhr					
	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20
Jan.	−0,6	−0,6	0,2	1,3	2,4	3,4	0,3	−0,1	0,2	1,3	2,4	3,4
Febr.	−1,4	−1,0	−0,1	0,8	1,9	2,6	−0,2	−0,5	−0,1	0,7	1,8	2,6
März	2,6	2,3	2,7	3,1	3,3	3,3	6,0	4,4	3,0	3,1	3,3	3,4
April	6,7	6,0	6,9	7,1	6,7	6,4	11,2	9,5	7,4	7,0	6,8	6,4
Mai	13,7	12,6	13,0	12,6	11,4	10,4[1]	17,9	16,2	13,8	12,5	11,5	10,5
Juni	17,7	15,7	15,9	15,7	14,5	13,4[1]	20,9	19,7	17,1	15,5	14,6	13,5[1]
Juli	17,7	16,4	17,2	17,2	16,3	15,4	22,2	20,3	17,8	17,0	16,3	15,5
Aug.	16,6	15,9	17,1	17,3	16,7	16,0	20,9	19,1	17,4	17,2	16,7	16,0
Sept.	12,6	12,3	13,8	14,7	14,9	14,8	17,0	15,3	14,1	14,5	14,8	14,7
Oct.	8,2	8,2	9,9	11,3	12,4	12,6	10,9	10,0	9,8	11,2	12,4	12,5
Nov.	4,1	4,2	5,5	7,0	8,1	8,9	5,3	5,0	5,5	6,9	8,1	8,9
Dec.	−0,5	−0,4	1,1	3,1	4,6	5,9	0,8	0,3	1,2	3,0	4,6	5,8
Jahresmittel	8,1	7,6	8,6	9,3	9,5	9,4[1]	11,1	9,9	9,0	9,2	9,5	9,4[1]

Neumath.

Jan.	0,1	0,3	2,3[1]	2,9[1]	3,0[1]	3,8[1]	0,7	0,5	2,4[1]	2,9[1]	3,0[1]	3,9[1]
Febr.	−1,0	−0,4	0,4[1]	1,5[1]	2,3[1]	3,4[1]	−0,2	−0,3	0,3[1]	1,5[1]	2,2[1]	3,4[1]
März	2,0	1,2	2,6[1]	2,7[1]	2,6[1]	3,1[1]	4,1	1,6	2,7[1]	2,7[1]	2,6[1]	3,1[1]
April	6,4	5,5	6,1	6,0	5,5	5,3	9,8	6,3	6,2	6,1	5,5	5,3
Mai	12,8	11,4	11,5	10,9	9,9	8,9	16,1	13,0	11,6	10,9	10,0	9,0
Juni	15,5	14,0	14,0	13,4	12,6	11,7	20,1	15,7	14,0	13,4	12,6	11,7
Juli	16,8	16,0	16,3	15,9	14,7	13,8	21,3	17,5	16,3	15,8	14,7	13,9
Aug.	16,1	15,7	16,1	16,0	15,3	14,8	19,8	17,1	16,0	16,0	15,3	14,8
Sept.	13,3	13,3	13,7	14,1	14,0	14,0	16,8	14,4	13,7	14,1	14,0	14,0
Oct.	9,1	9,8	10,4	11,3	11,8	12,3	11,4	10,4	10,3	11,3	11,8	12,3
Nov.	4,2	5,1	5,5	6,7	7,6	8,6	5,0	5,3	5,6	6,7	7,6	8,5
Dec.	0,3	1,3	2,1	3,1	4,3	5,7	0,9	1,4	2,2	3,1	4,3	5,6
Jahresmittel	8,0	7,8	8,3[1]	8,6[1]	8,6[1]	8,8[1]	10,5	8,6	8,3[1]	8,6[1]	8,6[1]	8,8[1]

Melkerei.

Jan.	−0,6	−0,3	−0,1	1,5	2,7	3,7	−0,5	−0,2	−0,1	1,5	2,6	3,7
Febr.	−0,7	−0,3	−0,1	1,0	2,0	2,9	−0,4	−0,3	−0,2	1,0	2,0	2,9
März	0,0	−0,4	−0,4	0,6	1,5	2,2	1,0	−0,3	−0,4	0,6	1,5	2,2
April	3,1	2,0	2,1	2,1	2,1	2,4	6,3	2,5	2,1	2,1	2,1	2,4
Mai	10,2	8,5	9,8	7,9	6,4	5,3	13,8	9,3	9,7	7,9	6,4	5,3
Juni	13,7	11,8	12,9	11,0	9,5	8,3	17,4	12,6	12,7	11,1	9,6	8,3
Juli	14,9	13,6	14,6	13,2	11,7	10,5	17,6	14,3	14,4	13,2	11,7	10,5
Aug.	14,8	13,9	15,1	13,9	12,7	11,7	17,9	14,5	14,7	13,9	12,7	11,7
Sept.	12,3	11,6	12,8	12,5	12,1	11,6	15,1	12,2	12,6	12,5	12,1	11,6
Oct.	7,4	8,1	8,9	9,7	10,1	10,3	9,2	8,3	8,7	9,6	10,1	10,3
Nov.	2,8	3,6	3,9	5,4	6,5	7,4	3,6	3,6	3,8	5,3	6,5	7,4
Dec.	0,3	1,2	1,3	3,0	4,4	5,4	0,9	1,2	1,3	3,0	4,3	5,3
Jahresmittel	6,5	6,1	6,7	6,8	6,8	6,8	8,5	6,5	6,6	6,8	6,8	6,8

[1] interpolirt.

Digitized by Google

b) Wald.

Hagenau.

Monat	8 Uhr						2 Uhr					
	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20	0	0,15	0,30	0,60	0,90	1,20
Jan.	0,6	0,8	1,6	2,8	3,6	4,4	0,9	0,9	1,6	2,8	3,7	4,4
Febr.	−0,3	0,1	1,0	2,3	3,1	3,8	−0,1	0,1	1,0	2,3	3,1	3,8
März	2,2	2,4	3,0	3,2	3,4	3,9	3,5	2,8	2,9	3,3	3,5	3,9
April	5,7	5,8	6,3	5,9	5,8	5,7	7,9	6,7	6,2	6,1	5,8	5,7
Mai	10,8	10,7	10,8	9,6	8,8	7,7[1]	13,0	11,7	10,7	9,6	8,8	7,7[1]
Juni	12,8	12,6	12,8	11,6	10,7[1]	9,9[1]	14,8	13,6	12,7	11,6	10,8[1]	9,8[1]
Juli	14,1	14,1	14,4	13,3	12,5	11,7	15,8	14,8	14,3	13,2	12,5	11,7
Aug.	14,2	14,3	14,8	13,9	13,1	12,4	16,0	15,1	14,7	13,9	13,2	12,4
Sept.	11,6	12,1	12,9	12,7	12,4	12,1	13,7	12,8	12,8	12,7	12,4	12,1
Oct.	8,4	9,0	10,1	10,7	11,0	11,0	9,7	9,3	10,1	10,7	11,0	11,0
Nov.	4,7	5,2	6,6	7,7	8,3	8,7	5,3	5,4	6,5	7,6	8,3	8,7
Dec.	0,5	1,1	2,7	4,5	5,7	6,4	1,1	1,4	2,8	4,5	5,7	6,4
Jahresmittel	7,1	7,3	8,1	8,2	8,2[1]	8,0[1]	8,5	7,9	8,0	8,2	8,2[1]	8,0[1]

Neumath.

Jan.	0,6	0,6	2,3[1]	2,4[1]	3,0[1]	3,4[1]	0,8	0,7	2,3[1]	2,5[1]	3,0[1]	3,4[1]
Febr.	−0,2	−0,1	0,6[1]	1,5[1]	2,3[1]	3,2[1]	−0,1	−0,1	0,6[1]	1,4[1]	2,2[1]	3,2[1]
März	1,3	0,9	2,1[1]	1,9[1]	2,1[1]	2,6[1]	1,8	1,1	2,2[1]	2,0[1]	2,1[1]	2,6[1]
April	5,2	4,6	4,9	4,6	4,3	4,1	6,3	5,1	4,9	4,6	4,4	4,1
Mai	10,0	9,5	9,6	8,8	8,2	7,3	10,9	10,0	9,7	8,8	8,2	7,4
Juni	12,0	11,7	11,7	10,9	10,3	9,4	12,8	12,1	11,7	10,9	10,3	9,4
Juli	13,4	13,2	13,5	12,8	12,0	11,1	14,1	13,6	13,5	12,8	12,0	11,1
Aug.	13,8	13,7	14,0	13,4	12,7	12,0	14,5	14,0	14,0	13,4	12,8	12,0
Sept.	11,9	11,9	12,3	12,3	12,2	11,7	12,6	12,3	12,3	12,3	12,2	11,7
Oct.	9,1	9,5	10,1	10,6	10,8	10,8	9,6	9,7	10,0	10,5	10,8	10,8
Nov.	4,7	5,1	5,8	6,7	7,3	7,9	5,0	5,2	5,8	6,6	7,3	7,9
Dec.	1,3	1,7	2,4	3,1	4,5	5,3	1,5	1,8	2,4	3,1	4,4	5,3
Jahresmittel	6,9	6,9	7,4[1]	7,4[1]	7,5[1]	7,5[1]	7,5	7,1	7,4[1]	7,4[1]	7,5[1]	7,5[1]

Melkerei.

Jan.	−0,4	−0,1	0,4	1,5	2,5	3,2	−0,1	−0,1	0,4	1,5	2,5	3,2
Febr.	−0,7	−0,3	0,2	1,3	2,0	2,7	−0,3	−0,3	0,2	1,3	2,0	2,7
März	0,6	0,4	0,2	1,0	1,6	2,3	1,8	0,9	0,2	1,1	1,6	2,3
April	2,8	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	5,1	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Mai	8,3	7,4	7,7	6,3	5,2	4,5	10,2	8,7	7,6	6,4	5,3	4,5
Juni	9,7	9,1	9,1	7,9	7,0	6,2	11,0	9,8	9,0	7,9	7,0	6,2
Juli	10,9	10,5	10,7	9,6	8,6	7,7	11,8	10,9	10,6	9,7	8,6	7,7
Aug.	11,3	10,8	11,4	10,4	9,5	8,7	12,5	11,6	11,3	10,4	9,5	8,7
Sept.	11,2	9,7	10,3	9,8	9,3	8,8	11,6	10,5	10,3	9,8	9,3	8,8
Oct.	6,7	7,1	8,2	8,4	8,4	8,3	8,0	7,7	8,1	8,4	8,4	8,3
Nov.	2,0	2,7	3,6	4,6	5,5	6,1	2,7	3,0	3,5	4,6	5,5	6,1
Dec.	0,1	0,8	1,6	2,8	3,8	4,5	0,5	0,9	1,4	2,7	3,8	4,5
Jahresmittel	5,2	5,0	5,5	5,5	5,5	5,4	6,2	5,6	5,4	5,5	5,5	5,4

[1] interpolirt.

Digitized by Google

mittel der Temperaturen um 8^h und 2^h in allen Tiefen berechnet und aus beiden wieder das Mittel gezogen. Es ergab sich, dass der Gang der Mittelwerthe aus beiden Jahrgängen dem Verlaufe jeder der beiden Componenten im Grossen und Ganzen entspricht. (Tabelle 9.)

1. Im Jahresmittel sind Temperaturunterschiede zwischen 8^h und 2^h im Feldboden bis 0,60 m[1], im Waldboden bis 0,30 m zu bemerken.
2. Im Jahresmittel ist der Erdboden um 2^h bis zur Tiefe 0,15 m wärmer wie um 8^h[2].

   Im Felde ist er von 0,30 m bis 0,60 m wärmer oder kälter, von 0,60 m an gleich warm. Der Waldboden ist dagegen von 0,30 m an in beiden Terminen gleich warm.
3. Im Wald- und Feldboden sind die jährlichen Temperaturschwankungen an der Oberfläche am bedeutendsten; sie nehmen mit der Bodentiefe und der Seehöhe ab und sind im Feldboden stärker wie im Waldboden.
4. Die Schicht 1,20 m ist im Jahresmittel am Morgen um 8^h wärmer, am Nachmittag 2^h kühler als die Bodenoberfläche. Der Temperaturunterschied beider Schichten ist im Feldboden bedeutend grösser wie im Waldboden.

Differenzen der Temperaturen der Schicht 0 m und 1,20 m.

Station	8 Uhr			2 Uhr		
	Feld	Wald	F.—W.	Feld	Wald	F.—W.
Hagenau . .	— 1,3°	— 0,9°	— 0,4°	1,7°	0,5°	1,2°
Neumath . .	— 0,8	— 0,6	— 0,2	1,7	0,0	1,7
Melkerei . .	— 0,3	— 0,2	— 0,1	1,7	0,8	0,9

Im Waldboden verhindert also gleicherweise die Pflanzendecke die Ausstrahlung und die Erwärmung von oben. Während aber die Abkühlung des Bodens im Feld und Wald sich nicht erheblich unterscheidet, erwärmt sich Nachmittags der Feldboden ungemein viel stärker wie der Waldboden[3].

5. Die monatlichen Schwankungen lassen sich in allen Bodenschichten verfolgen[4]. Sie sind im Feldboden allenthalben bedeutender wie im Waldboden. Mit steigender Seehöhe berühren sie die grösseren Tiefen viel weniger. Der Hochlandboden ist in den oberen Schichten relativ den grössten Schwankungen unterworfen.

---

[1] Zschokke l. c. findet als Grenze 0,30 m.

[2] E. u. H. Becquerel kommen zu anderen Resultaten. Compt. rend. 1882. Bd. 94. No. 17. p. 1149.

[3] J. Juhlin, Die nächtliche Temperatur der Luft in verschiedenen Höhen. Acta Reg. Societ. Upsala 1890. Meteorol. Zeitschr. 1890. Heft 10. p. 73. Agriculturphysik. 1891. Bd. XIV. p. 185—188.

[4] Penhallow, Agriculture Science. Vol. I. 1887. p. 75.

Digitized by Google

Im Feldboden sind die Schwankungen in den Sommermonaten, im Walde im Frühjahr am grössten, in den Wintermonaten am kleinsten.

6. Tägliche Schwankungen erstrecken sich auf alle Tiefen[1].

V. Die Extreme der Temperatur der Luft und des Bodens in den verschiedenen Schichten.

Bei der Behandlung der extremen Werthe müssen die absoluten Extreme von denjenigen geschieden werden, welche sich durch die Mittelberechnung als solche ergeben haben.

Es sind daher in Folgendem zu betrachten:

1. Die Maxima und Minima aus den zehnjährigen Mitteln.
2. Die absoluten Extreme, zwischen welchen sich die Bodentemperaturen in den einzelnen Jahren der Periode 1882—91 bewegt haben.

1. Die Extreme aus den 10jährigen Monatsmitteln.

(Tabelle 1 und 2 p. 190.)

1. Die Maxima der Luft über dem Feld- und Waldboden fallen in den Juli, die Minima in den Januar.

Das Maximum und die Amplitude der Luft ist über dem Feldboden kleiner, über dem Waldboden grösser als das Maximum und die Amplitude der Bodenoberfläche. Die Minima der Luft liegen niedriger[2].

2. Mit zunehmender Bodentiefe werden die Maximaltemperaturen niedriger, die Minimaltemperaturen höher, also die Amplituden kleiner[2].
3. Im Feldboden sind die Maxima, Minima und Amplituden höher wie im Waldboden. Der Unterschied ist für die Luft am kleinsten, für die Bodenoberfläche am grössten; er nimmt mit der Bodentiefe ab und ist für die Maximalwerthe erheblicher wie für die Minimalwerthe.

Mit wachsender Seehöhe verringern sich die Unterschiede.

Unterschied der Maxima und Minima der Feld- und Waldstationen.

	Maxima			Minima		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
Luft . . .	1,9	0,9	2,1	0,2	0,2	0,4
0,0 m . . .	5,4	5,5	5,5	— 0,6	— 0,2	0,0
0,15 „ . . .	3,6	3,4	3,4	— 0,8	0,1	— 0,3
0,30 „ . . .	3,0	2,9	3,8	— 1,0	0,0	— 0,4
0,60 „ . . .	3,8	2,9	3,6	— 1,0	0,1	— 0,3
0,90 „ . . .	3,5	2,5	3,3	— 0,9	0,0	— 0,1
1,20 „ . . .	3,4	2,5	3,0	— 0,7	0,2	— 0,1

[1] Penhallow l. c. p. 77 hat stündliche Schwankungen in 0,30 m Tiefe, tägliche bis 2,4 m gefunden.

[2] cf. Neubert, Die Temperaturen des Erdbodens in Dresden. Abhandlungen der Gesellschaft Isis in Dresden. 1886. cf. Meteorol. Zeitschr. 1887. p. 6.

Digitized by Google

Die oberen Bodenschichten von Neumath Feld zeigen höhere Minimalwerthe, als man erwartet hatte. Diese Erscheinung hängt einerseits mit dem schon erörterten Verhalten des Bodens (p. 201 ff.) von Neumath zusammen und bestätigt auf der anderen Seite die Ergebnisse der Versuchsanstalt Nordkarolina[1]. Nach denselben sollen die Minima über Lehmboden höher sein als über Thonboden. Nun ist der Boden von Hagenau (cf. p. 187) ein Diluvialsand mit Thonunterlage, der von Neumath dagegen Muschelkalk und Lehm.

Differenzen der Maxima und Minima zwischen den Stationen.

	Feldboden				Waldboden			
	Maxima zwischen		Minima zwischen		Maxima zwischen		Minima zwischen	
	H.-N.	N.-M.	H.-N.	N.-M.	H.-N.	N.-M.	H.-N.	N.-M.
Luft . .	1,6	2,1	0,2	0,5	0,6	3,3	0,2	0,7
0,0 m . .	1,0	2,9	— 0,5	0,9	1,1	2,9	— 0,1	1,1
0,15 „ . .	1,4	3,0	— 0,7	1,1	1,2	3,0	0,2	0,7
0,30 „ . .	1,0	2,2	— 0,2	1,2	0,9	3,1	0,8	0,8
0,60 „ . .	1,4	2,7	0,4	0,5	0,5	3,4	1,5	0,1
0,90 „ . .	1,3	3,0	0,6	0,3	0,3	3,8	1,5	0,2
1,20 „ . .	1,3	3,2	0,5	0,7	0,4	3,7	1,4	0,4

4. Mit steigender Seehöhe liegen in allen Schichten die Maxima und Minima niedriger. Die Maxima nehmen stärker ab als die Minima.
5. Mit zunehmender Bodentiefe verspäten sich die Eintrittszeiten der Maxima, Media und Minima immer mehr. Die Verspätung wächst mit der Seehöhe und ist für die Minima grösser wie für die Maxima.

Die Media wurden aus der graphischen Darstellung des jährlichen mittleren Temperaturganges, gewonnen aus den Monatsmitteln, entnommen. Als erstes, bezw. zweites Medium bezeichnete ich das Erreichen des Jahresmittels im aufsteigenden bezw. absteigenden Aste der Curve.

Eintrittszeiten der Extreme und Medien.

Feldboden.

	Minima			I. Medium			Maxima			II. Medium		
	Hag.	Neum.	Melk.	Hag.	Neum.	Melk.	Hag.	Neum.	Melk.	Hag.	Neum.	Melk.
Luft	I	I	I	14. IV	19. IV	23. IV	VII	VII	VII	16. X	17. X	15. X
0,0 m	„	„	I—II	18. IV	20. IV	26. IV	„	„	„	12. X	14. X	14. X
0,15 „	„	I—II	II	20. IV	30. IV	2. V	„	„	„	16. X	19. X	23. X
0,30 „	„	I	„	24. IV	26. IV	2. V	„	„	„	18. X	20. X	23. X
0,60 „	II	II	II. III	28. IV	30. IV	10. V	„	„	VIII	25. X	28. X	2. XI
0,90 „	„	„	III	4. V	7. V	21. V	„	VIII	„	1. XI	3. XI	11. XI
1,20 „	„	„	„	10. V	14. V	30. V	VIII	„	„	8. XI	11. XI	23. XI

[1] Versuchsanstalt Nordkarolina: Report of the Superintendent of the North Carolina Agric. Exper. Station for 1887. Raleigh 1888. Biedermann, Agriculturchemie. 1889. 18. Bd. p. 444.

Digitized by Google

Waldboden.

	Minima			I. Medium			Maxima			II. Medium		
	Hag.	Neum.	Melk.	Hag.	Neum.	Melk.	Hag.	Neum.	Melk.	Hag.	Neum.	Melk.
Luft	I	I	I	12. IV	12. IV	21. IV	VII	VII	VII	15. X	17. X	17. X
0,0 m	„	„	II	21. IV	22. IV	23. IV	„	„	„	21. X	22. X	18. X
0,15 „	„	II	„	24. IV	27. IV	30. IV	„	„	„	22. X	25. X	24. X
0,30 „	II	„	„	2. V	29. IV	4. V	„	„	„	27. X	27. X	28. X
0,60 „	„	„	„	5. V	4. V	11. V	VIII	VIII	VIII	5. XI	2. XI	7. XI
0,90 „	„	„	III	12. V	9. V	22. V	„	„	„	13. XI	9. XI	14. XI
1,20 „	„	„	„	17. V	16. V	29. V	„	„	IX	19. XI	16. XI	29. XI

Die Verspätung der Eintrittszeiten des 1. und 2. Mediums der Stufe 1,20 m folgt tabellarisch.

Station	I. Medium		II. Medium	
	Feld	Wald	Feld	Wald
Hagenau	22 Tage	27 Tage	27 Tage	29 Tage
Neumath	24 „	25 „	28 „	25 „
Melkerei	34 „	37 „	40 „	42 „

Singer[1] hat für München eine durchschnittliche Verspätung von 24 Tagen für die Medien gefunden.

6. Die Maxima, Minima und Media treten im Waldboden später ein wie im Feldboden. Dagegen liegt die Eintrittszeit der Medien der Waldluft vor der der Feldluft. Die zweiten Medien verspäten sich mehr wie die ersten. Mit steigender Seehöhe nähern sich die Eintrittszeiten der Extreme und Medien des Feld- und Waldbodens.

2. Die Extreme aus den 10tägigen Mitteln.

Um einen Vergleich zwischen den Extremen aus den Monatsmitteln und den 10tägigen Mitteln zu ermöglichen, berechnete ich die Maxima und Minima aus den 10tägigen Mitteln der Jahre 1884 und 1885. Den Abdruck des Zahlenmaterials unterlasse ich wegen der geringeren Wichtigkeit dieser Frage.

Von vornherein ist klar, dass die Maximalwerthe aus den 10tägigen Mitteln höher sein werden als die, welche aus den Monatssummen gewonnen worden sind. Ich fand:

1. Mit zunehmender Bodentiefe stimmen die Maximalwerthe der Temperatur, welche aus den 10tägigen Mitteln gewonnen sind, immer mehr mit denen überein, welche man aus den Monatsmitteln erhält. Mit zunehmender Seehöhe wird die Uebereinstimmung besser, vornehmlich im Waldboden.

[1] Singer l. c. p. 11.

Digitized by Google

2. Der Unterschied der Minimalwerthe ist kleiner wie der der Maxima; mit steigender Seehöhe wird er ebenfalls geringer. Feld- und Waldboden unterscheiden sich in ihrem Verhalten nur wenig.

So ist für die Stufe 1,20 m der Unterschied im Feldboden für die Maxima bei:

Hagenau 1,3°, Neumath 1,0°, Melkerei 0,5°;

im Waldboden:

Hagenau 0,6°, Neumath 1,0°, Melkerei 0,1°.

Dagegen der Unterschied der Minima

im Feldboden: Hagenau 0,5°, Neumath 0,6°, Melkerei 0,1°;
im Waldboden: „ 0,4°, „ 0,5°, „ 0,3°.

Auch die Unterschiede in den Extremen der in ihrem Charakter durchaus verschiedenen Jahrgänge 1884 und 1885 verringern sich mit zunehmender Bodentiefe und wachsender Seehöhe. Dies beweist uns aufs Neue, dass die Schwankungen der Temperaturen des Bodens in höheren Böden geringer sind, dass diese Schwankungen mit der Tiefe abnehmen.

Die Unterschiede sind im Waldboden beträchtlich kleiner wie im Feldboden; ferner für die Maxima erheblicher wie für die Minima. Auch diese Erscheinungen stehen im Einklang mit den aus den Monatsmitteln abgeleiteten Gesetzen.

3. Die Termine der Extreme sind in beiden Fällen dieselben.

3. Die Extreme aus den Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen.

(Tabelle 3 p. 192.)

Für die Station Melkerei wurden die Extreme und Media[1] des Jahresverlaufs aus Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen gewonnen.

In Folgendem beschränke ich mich nur auf einen Vergleich dieser Werthe mit denen aus den Monatsmitteln.

1. Die Maxima und Minima, berechnet aus den Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen, den Monatsmitteln und den Mitteln von 10 zu 10 Tagen geben nahezu dieselben Werthe.

Die Unterschiede verschwinden mit wachsender Bodentiefe fast ganz. Die Maximalwerthe aus den Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen werden naturgemäss etwas grösser sein, wie die aus den Monatsmitteln, kleiner dagegen wie die, welche aus den zehntägigen Mittelwerthen sich ergeben. Die Minima andererseits müssen niedriger liegen für die Werthe von 10 zu 10 Tagen.

---

[1] Zur Berechnung der Mittel der einzelnen Jahrgänge tritt die Temperatur τ_1 des ersten Januars mit dem Gewicht $^1/_2$ in Rechnung. Die Mittelwerthe sind demnach gewonnen nach der Formel:

$$M = \frac{^1/_2\,\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \ldots\ldots + \tau_{37}}{36{,}5}$$

cf. Singer, l. c. p. 3.

Digitized by Google

Feldboden.

	Maxima			Minima		
	Beob. von 10 zu 10 Tagen. Mittel 1882–91	Aus Monatsmitteln 1882—91	Aus Mitteln von 10 zu 10 Tagen. Mittel 1884. 85	Beob. von 10 zu 10 Tagen. Mittel 1882—91	Aus Monatsmitteln 1882—91	Aus 10täg. Mitteln 1884. 85
0,0 m	18,6° VIII	17,6° VII	20,7° VII	— 0,4° II	— 0,2° II	— 0,4° I
0,15 „	15,0 VII	14,9 VII	17,0 VII	— 0,1 II	0,0 II	0,1 II
0,30 „	15,3 VII	15,1 VII	17,5 VII	— 0,2 II	0,0 II	0,1 II
0,60 „	14,1 VIII	14,0 VIII	15,5 VIII	1,0 III	1,1 III	1,1 III
0,90 „	13,0 VIII	12,8 VIII	13,9 VIII	1,8 III	1,9 III	2,0 III
1,20 „	12,0 VIII	11,9 VIII	12,5 VIII	2,3 IV	2,4 III	2,3 III

Waldboden.

	Maxima			Minima		
	Beob. von 10 zu 10 Tagen. Mittel 1882—91	Aus Monatsmitteln 1882—91	Aus 10täg. Mitteln 1884. 85	Beob. von 10 zu 10 Tagen. Mittel 1882—91	Aus Monatsmitteln 1882—91	Aus 10täg. Mitteln 1884. 85
0,0 m	13,2° VIII	12,1° VII	14,5° VII	— 0,4° II	— 0,2° II	— 0,6° XII
0,15 „	11,9 VIII	11,5 VII	13,7 VII	0,1 II	0,3 II	0,4 I
0,30 „	11,5 VII	11,3 VII	13,4 VII	0,3 II	0,4 II	0,5 II. III
0,60 „	10,6 VIII	10,4 VIII	11,5 VIII	1,3 III	1,4 II	1,2 II. III
0,90 „	9,7 VIII	9,5 VIII	10,0 VIII	1,9 III	2,0 III	1,8 II. III
1,20 „	9,0 IX	8,9 VIII	9,0 VIII	2,5 III	2,5 III	2,2 II. III

2. Die zehnjährigen Mittel aus den Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen geben für den Eintritt der Extreme und Media dieselben Termine, wie die Mittel aus den Monatszahlen.

Eintrittszeiten der Extreme und Medien. 1882—91.

Feldboden.

	Aus Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen				Aus Monatsmitteln			
	Min.	1. Med.	Max.	2. Med.	Min.	1. Med.	Max.	2. Med.
Luft	10. II	20. IV	9. VIII	10. X	I	23. IV	VII	13. X
0,0 m	10. II	24. IV	9. VIII	13. X	I. II	26. IV	VII	14. X
0,15 „	10. II	1. V	20. VII	21. X	I. II	2. V	VII	23. X
0,30 „	10. II	1. V	20. VII	22. X	I. II	2. V	VII	23. X
0,60 „	2. III	8. V	19. VIII	31. X	II–III	10. V	VIII	2. XI
0,90 „	12. III	20. V	19. VIII	11. XI	III	21. V	VIII	11. XI
1,20 „	1. IV	30. V	29. VIII	20. XI	III	30. V	VIII	23. XI

Digitized by Google

Waldboden.

	Aus Beobachtungen von 10 zu 10 Tagen.				Aus Monatsmitteln			
	Min.	1. Med.	Max.	2. Med.	Min.	1. Med.	Max.	2. Med.
Luft	27. XII	19. IV	9. VIII	12. X	I	21. IV	VII	17. X
0,0 m	20. II	20. IV	9. VIII	15. X	II	23. IV	VII	18. X
0,15 „	20. II	27. IV	9. VIII	21. X	II	30. IV	VII	24. X
0,30 „	20. II	30. IV	20. VII	29./30. X	II	4. V	VII	28. X
0,60 „	2. III	8. V	19. VIII	8. XI	II	11. V	VIII	7. XI
0,90 „	12. III	21. V	19. VIII. 8. IX	10. XI	III	22. V	VIII	14. XI
1,20 „	12./22. III. 1. IV	1. VI	8. IX	26. XI	III	29. V	IX	29. XI

3. Die Eintrittszeiten der Temperaturextreme und der Medien sind in den einzelnen Schichten ungleich über das Jahr vertheilt. In allen Bodenschichten verlangt der Abfall vom zweiten Medium zum Minimum die längste Spanne Zeit, der Anstieg vom Minimum zum ersten Medium die kürzeste. Der Abstand der beiden Medien ist in allen Bodenschichten im Felde nahezu gleich 5,8 Monate, im Walde nahezu gleich 5,9 Monate.

Singer[1] fand für diesen Abstand in der Stufe 1,3 m 5,7 Monate, für den Abfall vom zweiten Medium zum Minimum $3^1/_2$ Monate.

Es geschieht der Anstieg vom Minimum zum ersten Medium im Feldboden rascher wie im Waldboden; der Anstieg vom ersten Medium zum Maximum und der Abfall vom Maximum über das zweite Medium zum Minimum langsamer.

Tagzahlen zwischen:

Tiefe	Anstieg vom Minimum zum 1. Medium		Anstieg vom 1. Medium zum Maximum		Abfall vom Maximum zum 2. Medium		Abfall vom 2. Medium zum Minimum	
	Feld	Wald	Feld	Wald	Feld	Wald	Feld	Wald
0,0 m. .	73	59	107	111	65	67	120	128
0,15 „. .	80	66	80	104	93	73	112	122
0,30 „. .	80	69	80	81	94	101	111	114
0,60 „. .	67	67	103	103	73	81	122	114
0,90 „. .	69	70	91	90	84	83	121	122
1,20 „. .	59	61	91	99	83	79	132	126

4. Die Verspätung des Minimums mit zunehmender Tiefe ist erheblicher wie die des Maximums. Die Eintrittszeiten der beiden Medien und des Maximums verspäten sich im Waldboden mehr wie im Feldboden, die des Minimums dagegen weniger.

Es verspäten sich für die Stufe 1,20 m in Tagen:

Die Minima im Feldboden um 50 Tage, im Walde um 40 Tage
„ ersten Medien „ „ „ 36 „ „ „ „ 42 „
„ Maxima „ „ „ 20 „ „ „ „ 30 „
„ zweiten Medien „ „ „ 38 „ „ „ „ 42 „

[1] Singer l. c. p. 11.

Digitized by Google

4. Die absoluten Extreme 1882—91.

In Tabelle 10, 11, 12 sind für jedes Jahr des Zeitraums 1882—91 die absoluten Grössen und die Eintrittsdaten des Maximums und Minimums der Luft und der einzelnen Bodenschichten unserer drei Versuchsböden enthalten.

Tabelle 13 giebt eine Zusammenstellung der in genanntem Zeitraume beobachteten höchsten und tiefsten Temperaturen jeder Bodenschicht. Die kleinsten Maxima und Minima schliessen sich an, so dass die Schwankungen innerhalb der Maximal- und Minimalwerthe jeder einzelnen Schicht berechnet werden konnten. Endlich wurde die Amplitude des Gesammtspielraumes 1882—91 für jede Bodenschicht berechnet.

1. Die Maxima bezw. Minima der Temperaturen der Luft, sowie des Bodens in allen Schichten liegen im Feldboden höher bezw. niedriger wie im Waldboden.
   Daher sind:
2. Die Amplituden der Temperaturextreme im Waldboden kleiner wie im Feldboden.
3. Innerhalb der Periode 1882—91 sind die Grenzwerthe der Temperaturen, daher auch die Amplituden des Gesammtspielraums, für alle Bodenschichten und die Luft, im Feldboden höher wie im Waldboden.

Zeit (in Monaten) zwischen erstem und letztem Extrem.

	Feldboden.						Waldboden					
	Hagenau		Neumath		Melkerei		Hagenau		Neumath		Melkerei	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Luft . .	$2^1/_2$	3	2	$2^2/_3$	$2^1/_2$	$3^2/_3$	$2^1/_3$	3	$2^1/_3$	$2^2/_3$	3	$3^1/_2$
0,0 m . .	2	$3^1/_3$	2	3	$2^1/_3$	$2^2/_3$	2	$3^1/_3$	$1^2/_3$	$2^1/_2$	2	$2^1/_3$
0,15 „ . .	$1^1/_3$	$2^1/_3$	$1^1/_3$	$2^2/_3$	2	2	2	$3^1/_2$	2	3	2	$1^2/_3$
0,30 „ . .	$1^1/_2$	$2^1/_2$	$1^2/_3$	3	$1^2/_3$	2	$2^1/_3$	$2^2/_3$	2	3	2	$1^2/_3$
0,60 „ . .	$1^1/_2$	$2^2/_3$	$1^1/_3$	3	2	$2^1/_3$	$1^2/_3$	$2^2/_3$	2	$3^1/_3$	$1^2/_3$	2
0,90 „ . .	$2^1/_3$	2	2	3	$1^1/_3$	$2^1/_3$	2	$1^2/_3$	2	3	$2^1/_2$	2
1,20 „ . .	$2^1/_3$	2	2	2	$1^1/_3$	2	2	1	2	$1^2/_3$	$2^1/_3$	$2^1/_3$

4. Mit wachsender Seehöhe und Bodentiefe nehmen Maxima und Minima ab, also auch die Amplituden.
5. Die Grenzen, zwischen welchen sich die Maximalwerthe bewegen, sind nur für die tiefer gelegenen Böden enger wie die der Minimalwerthe. Das Schwankungsgebiet beider Extreme wird mit zunehmender Bodentiefe und Seehöhe kleiner.
6. Die Schwankungen der Amplituden der Temperaturextreme des Bodens werden mit zunehmender Seehöhe und Bodentiefe schwächer.
7. Die Maximalwerthe der Luft liegen zwischen Mai und August, die Minimalwerthe zwischen November und März. Die Maximalwerthe der Bodenoberfläche liegen zwischen Juni und September,

Digitized by Google

Tabelle 10.

Extreme der einzelnen Tiefen. 1882—91.

Hagenau.

a) Feld.

1. Minima.

Jahr	+1,5 m		0 m		— 0,15 m		— 0,30 m		— 0,60 m		— 0,90 m		— 1,20 m	
	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum
1882	— 12,9°	4. II	— 2,9°	4. II	— 2,0[1]	4. II	0,0°	13. II	1,3°	13.—16. II	2,4°	16. II	3,3°	18. II
1883	— 22,6	8. XII	— 2,9	25. I	— 0,3	25. I	0,6	14.26.27.I	2,1	27.28.29.I 19. III	3,2	17.-20. III	3,9	19.—21. 27. III
1884	— 11,2	1. XII	— 1,0	1. XII	0,6	29. XII	1,4	30.31.XII	2,9	31. XII	4,1	20. II	4,9	22. II
1885	— 18,8	12. XII	— 5,0	27. I	— 4,7	27. I	— 2,7	27. I	— 0,9	1. II	1,8	29.I—5.II	2,9	5.—9. II
1886	— 17,1	12. I	— 2,6	11. III	— 2,2	11.12.III	— 0,9	14. III	1,2	14. III	1,7	15.-20. III	—	—
1887	— 20,7	30. XII	— 4,5	16.I 29.XII	— 3,8	18. II	— 3,0	18. II	0,3	20. II	1,6	20.-26. II	2,5[1]	24.II-2.III
1888	— 21,9	2. I	— 6,0	2. I	— 4,7	2. I	— 2,4	2. I	0,8	4.—8. II	1,9	6.—9. III	2,7[1]	9. III
1889	— 15,5	25. II	— 3,8	6. I	— 2,4	7. I	— 0,2	24. I	0,9	1. II	1,8	9.—10.III	—	—
1890	— 17,7	1. III	— 8,1	30. XII	— 7,6	30. XII	— 4,4	30. XII	— 0,2	31. XII	1,5	7.—10.III	2,4	7.—13. III
1891	— 16,2	17. I	— 9,3	3. I	— 8,8	3. I	— 5,5	3. I	— 1,7	24. I	0,4	22. 23. I	1,6	27. 28. I

2. Maxima.

1882	35,3°	15. VII	26,7°	16. VII	23,3°	16. VII	21,3°	24. VII	20,4°	24. VII	18,6°	25. VII	17,3°	25. VII
1883	36,9	3. VII	29,5	4. VII	24,7	5. VII	22,9	5. VII	21,7	6. VII	19,8	7. VII	18,5	11. VII
1884	38,3	13. VII	30,9	13. VII	25,5	16. VII	22,5	16. VII	21,3	16. VII	19,4	17.18.VII	18,0	15.16.VIII
1885	34,7	7. 26. VI	27,6	8. VI	23,4	29. VI	21,2	29. VI	20,6	30. VI	18,6	16.17.VII	17,9	31. VII
1886	37,9	22. VII	28,3	22. VII	23,6	22. VII	21,5	23. VII	19,9	23. VII	18,1	5. IX	17,3	9. IX
1887	36,4	30. VII	29,3	4. VII	23,5	4. VII	21,5	30. VII	20,4	31. VII	18,9	2. VIII	17,5[1]	2.4.11.VIII
1888	35,2	19. V	26,3	25. VI	22,3	25. VI	19,9	26. VI	18,7	28. VI	17,1	28. VI	15,9[1]	29. VI
1889	34,4	10. VII	26,6	11. VII	22,8	11.12.VII	21,7	13. VII	20,1	13.14.VII	18,6	14. VII	17,5	15. VII
1890	34,9	1. VIII	28,3	2. VIII	23,8	1. VIII	20,6	27. VI 6. 11. VIII	19,4	12. VIII	18,0	12.13.20. 21. VIII	17,3	13. 20. 21. VIII
1891	34,5	1. VII	29,9	3. VII	26,4	3. VII	21,3	2. VII	19,3	2. VII	17,1	4. VII	16,0	25. VII

[1] Beobachtungen ausgefallen, welche eventuell in Betracht gekommen wären.

Digitized by Google

b) Wald.

1. Minima.

Jahr	+ 1,5 m		0 m		— 0,15 m		— 0,30 m		— 0,60 m		— 0,90 m		— 1,20 m	
	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum
1882	— 11,7°	4. II	— 1,6°	4. II	— 0,5°	12. II	0,7°	13. II	2,4°	13. II	3,4 [1]	17. II	4,1 [1]	18. II
1883	— 16,5	8. XII	0,2	25. I	1,1	17. III	1,8	27. I	—	—	—	—	—	—
1884	— 11,0	1. XII	1,0	2. XII	1,3	2. 31. XII	2,8	31. XII	4,2	4.II.31.XII	5,0	20. 21. II	5,5	22. II
1885	— 17,1	12. XII	— 2,1	27. I	— 2,1	27. I	0,5	28. 29. I	1,8	31. I—4. II	3,0	4. II	3,7	9. II
1886	— 14,8	12. I	— 0,3	13. 14. III	0,2	14. 15. III	1,3	16.-22. III	1,8	22. 23. III	—	—	—	—
1887	— 18,5	30. XII	— 4,1	18. II	— 1,3	19. I	0,1	19.-21. II	1,7	21. II	2,7	24. II —9. III	3,3 [1]	28. II —10. III
1888	— 21,4	2. I	— 4,8	2. I	— 4,0	2. I	— 0,1	3. I. 3. II.	1,7	4.—10. II	2,7	10.—13. II	3,5 [1]	9.—11. III
1889	— 15,7	14. II	— 1,3	6. 7. I	— 0,5	7. I	0,9	25. II	1,8	15. II	—	—	—	—
1890	— 17,2	1. III	— 4,0	17. XII	— 2,6	17. XII	0,0	31. XII	2,1	31. XII	2,9	10.-13. III	3,5	13. III
1891	— 19,6	17. I	— 4,2	25. XII	— 3,2	25. XII	— 1,1	19. I	1,0	21. 22. I	2,1	22. I—3. II 6.—8. III	2,8	8. III

2. Maxima.

1882	28,6°	30. V	23,1°	25. VI	20,0°	25. VI	19,1°	26. VI	16,4°	22.-23.VII	14,5°	16. VIII	13,3°	16.-18.VIII
1883	30,9	3. VII	19,4	9. VII	19,4	9. VII	18,0	10. VII	16,0	13. VII	14,7	14. VII	13,5	14. VII
1884	32,9	13. VII	19,3	16. VII	19,3	16. VII	18,9	18. VII	16,1	14.15.VIII	15,0	14.-17.VIII	14,1	16.17.VIII
1885	30,4	8. VI	17,9	29. VI	18,1	29. VI	17,0	7. VIII	15,0	15.-17.VII	14,0	22. VII	13,3	10.-15.VIII
1886	35,8	19. VII	20,6	21. VII	19,1	22. VII	17,8	23. VII 3. IX	16,0	4. IX	15,0	19. IX	14,1 [1]	10. IX
1887	30,1	7. VIII	21,8	14. VII	19,1	30. VII	18,1	1. VIII	16,1	1. VIII	14,6 [1]	1.—2. VIII	13,8 [1]	5. VIII
1888	31,1	4. VI	19,3	25. VI	17,5	25. VI	16,4	26. VII	14,9	26. VII	13,6	26. VII	12,8 [1]	19. VIII
1889	28,6	2. VI	19,6	12. VII	18,5	13. VII	17,8	13. VII	15,9 [1]	14. VII	14,2	14. VII	13,2	16. 17. VII
1890	28,7	1. VIII	19,9	19. VIII	17,8	19. VIII	17,1	20. VIII	15,4	12. VIII	14,2	12. VIII	13,2	22. VIII
1891	28,9	1. VII	19,7	1. VII	17,8	2. VII	16,9	2. VII	14,2	5. IX	13,3 [1]	5. 6. IX	12,5 [1]	5.—8. IX

[1] Beobachtungen ausgefallen, welche eventuell in Betracht gekommen wären.

Digitized by Google

Tabelle 11.

Extreme der einzelnen Tiefen. 1882—91.

Neumath.

a) Feld.

1. Minima.

Jahr	+ 1,5 m		0 m		— 0,15 m		— 0,30 m		— 0,60 m		— 0,90 m		— 1,20 m	
	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum
1882	— 9,8°	3. XII	— 1,4°	26. I	0,6°	6.—12. II	0,1°	6.—24. II	0,8°	19.-22. II	1,3°	19. 20. II	2,4°	19.—22. II
1883	— 13,7	8. XII	— 1,0	10. III	— 0,1	23. III	0,2	27. 28. III	0,9	27.-30. III	1,5	20. 21. III	2,7	30. III
1884	— 14,2	26. XI	— 0,4	2. I	+ 0,8	30. 31. XII	0,7	30. 31. XII	2,0	30.-31. XII	3,3	25. XII	4,6	31. I
1885	— 16,3	12. XII	— 2,0	25. 26. I	0,0	27. I	— 0,6	27. I	1,0	30.-31. I	1,7	12. I	2,6	6.—9. II
1886	— 17,1	12. I	— 0,6	11. III	0,1	15. 16. III	—	—	0,8	5.-11. III	1,3	6. III	2,4	4.—25. III
1887	— 19,0	27. XII	— 1,3	17. II	— 0,8	18. II	— 0,3	18. 19. II	0,8	4. II. 23. III	1,3	5.-10. 23. III	2,0	23. 24. III
1888	— 18,7	1. I	— 1,9	14. XII	— 0,4	21. I	0,0[1]	20.-22. 24.-31. I 1.-10. III	0,4	11.-15. II	0,7	11.-14. II	2,0	11.—14. II 9.—10. III
1889	— 16,6	13. II	— 1,6	5. I	— 0,1	7. 8. I	0,2	7.11.-13.16.-31. I 1.-28. II. 1.-5. III	0,5	4.—28. II 1.—5. III	0,8	2.—25. II	2,3	20. III
1890	— 16,9	27. XI	— 3,0	30. XII	— 1,9	31. XII	0,1	6.—15. III	0,7	16. III	0,8	16. III	2,1	18. III
1891	— 17,3	17. I	— 3,9	17. I	— 2,9	17. I	—[2]	—	—[2]	—	—[2]	—	—[2]	—

2. Maxima.

1882	31,3°	15. VII	25,0°	6. VI	21,7°	21. VII	20,5°	25. VI	18,5°	22. 23. VII	17,1°	16. VIII	15,8°	17.-20. VIII
1883	31,8	30. VI	27,5	30. VI	21,8	6. VII	20,9	4. VII	19,0	7. VII	17,2	11.-12. VII	15,8	14.-16. VII
1884	33,8	13. VII	32,3	13. VII	22,2	13. VII	21,6	16. VII	19,4	15. 16. 18. VII	17,6	19. VII	16,3	18.-22. VIII
1885	30,4	7. VI	22,8	28. VI	17,5	20. VII	18,0	29. VI	15,5	7.-8. VIII	13,9	1.-15. VIII	12,6	9.-16. VIII
1886	32,5	19. VII	24,4	22. VII	21,2	21. VII	20,4	22. VII	18,5	23. VII	17,1	7.-10. IX	16,1	10.-18. IX
1887	32,8	4. 30. VII	27,8	4. VII	22,8	4. VII	21,2	15. 31. VII	18,8	31. VII	17,5	1. 2. 3. VIII	16,3	2.-5. VIII
1888	30,7	4. VI	25,8	4. VI	19,2	12. VIII	19,0	13. VIII	17,3	26. VII	16,2	28. VII	15,3	19. VIII
1889	30,1	2. VI. 10. VII	26,2	3. VII	21,4	12. VII	20,1	13. VII	18,3	14. VII	17,0	15.-16. VII	15,8	16.-18. VII
1890	30,9	1. VIII	28,9	1. VIII	21,9	1. VIII	20,1	18. VII	17,8	18. VII	16,6	21. 22. VIII	15,8	20. 22.-24. VIII
1891	31,1	29. VI	30,9	29. VI	22,5	1. VII	19,9	2. VII	17,6	24. VII	15,6	7. 8. VII	14,5	7.-10. IX

[1] Beobachtungen, welche eventuell in Betracht gekommen wären, ausgefallen.
[2] Instrument eingefroren.

Digitized by Google

1. Minima.

Jahr	+ 1,5 m		0 m		— 0,15 m		— 0,30 m		— 0,60 m		— 0,90 m		— 1,20 m	
	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum
1882	— 9,4°	5. II	0,0°	3. XII	0,1°	5.—17. II	0,3°	5.—24. II	1,6°	15. XII	2,1°	21.-24. II	2,8°	21.—26. II
1883	— 13,2	8. XII	— 1,5	25. I	— 0,1	23.—25. 30. 31. III	0,3	21.-30. III	0,9	21. 22. III	1,9	31. III	2,0	31. III
1884	— 12,1	26. XI	0,3	30. 31. XII	0,8	31. XII	1,1	31. XII	2,3	31. XII	3,5	30. I. 3.-5. II 31. XII	4,0	23. II 6. 7. III
1885	— 16,1	12. XII	— 0,4	22. II	0,2	23.—31. I	0,1	31. I	1,1	31. I	1,7	2.—10. II	2,6	6.—9. II
1886	— 15,3	12. I	— 0,4	9. II	0,2	16. 17. III	—	—	0,7	2.-25. III	1,4	3.—6. III	2,2	25. 26. III
1887	— 18,3	28. XII	— 1,1	17. II	0,0	22. I	0,1	19.-23. 25.-28. II 1.—8. III	0,6	13. 16. —20. III	1,3	11. 12. 25. III	1,9	16.—20. 26. 27. III
1888	— 17,9	1. I	— 0,5	17. 21. I	0,0	18.—22. 28. I	0,0	28. I	0,7	19.-29. II 10. III	1,3	10. 11. III	1,7	11. III
1889	— 18,0	13. II	— 0,6	4. I	0,2	7. 8. I 6.—9. III	0,3	6.—9. III	0,7	20.-26. II 9.-11. III	1,4	13. III	2,0	13.-16. III
1890	— 17,2	27. XI	— 1,2	30. XII	— 0,5	31. XII	0,1	14. III	0,7	3.-15. III 31. XII	1,2	5.-14. III	1,9	18. III
1891	— 18,9	17. I	— 1,8	11. I	— 1,4	18.—20. I	— [1]	—	— [1]	—	— [1]	—	— [1]	—

2. Maxima.

1882	26,6°	25. VI	17,3°	21. VII	16,6°	21. VII	16,5°	21. VII	15,3°	22. 23. VII	14,1°	25. 26. VII	13,1°	18.-20. VIII
1883	25,8	3. VII	18,2	9. VII	17,4	9. VII	17,2	10. VII	15,8	11. VII	14,8	14. VII	13,3	14.-16. VII
1884	31,1	13. VII	19,1	13. VII	18,4	16. VII	18,1	14. VII	16,4	17.-19. VII	15,2	17. VIII	14,3	18.-22. VIII
1885	26,8	29. V. 6. VI 10. VIII	15,2	12. VII	14,4	12. VII	14,1	13. VII	11,8	15. VII	10,1	15. VII	9,1	25.-31. VII
1886	29,4	19. VII	18,9	22. VII	17,8	3. IX	17,5	3. IX	16,2	4. IX	15,4	9. 10. IX	14,3	12.-15. IX
1887	30,4	30. VII 7. VIII	19,8	30. VII	17,9	30. VII	17,5	31. VII	16,2	31. VII 1. 2. VIII	15,0	2. 3. VIII	13,8	8. VIII
1888	29,3	4. VI	16,5	3. VIII	16,0	3. VIII	15,7	13. VIII	14,2	15. 16. VIII	13,3	16.-18. VIII	12,3	19. VIII
1889	28,5	2. VI	18,3	13. VII	17,5	13. VII	17,1	13. VII	15,6	14. VII	14,4	15. VII	13,1	16. 17. VII
1890	28,0	1. VIII	17,0	19. VIII	16,4	11. 19. VIII	16,4	19. VIII	14,7	19.-22. VIII	14,0	25. VIII	13,0	22.-27. VIII
1891	28,5	29. VI	18,2	1. VII	16,8	1. VII	16,2	2. VII	14,2	4. VII	12,9	7.-11. IX	12,2	6.-11. IX

[1] Instrument eingefroren.

Digitized by Google

Tabelle 12.

Extreme der einzelnen Tiefen. 1882—91.

Melkerei.

a) Feld.

1. Minima.

Jahr	+ 1,1 m		0 m		— 0,15 m		— 0,30 m		— 0,60 m		— 0,90 m		— 1.20 m	
	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum
1882	— 12,0°	3. XII	— 2,5°	6. II	— 0,9°	9.—11. II	— 2,9°	8. II	0,5°	12.—14. II	1,2°	7. III	2,5°	7.—22. III
1883	— 14,2	13. III	— 0,6[1]	23. III	0,1[1]	15. III	0,2[1]	13. III	+ 1,0[1]	4.-8. 12. 13. IV	1,4[1]	2.—17. IV	2,1[1]	4. 6.-18. IV
1884	— 12,1	1. XII	— 0,3	1. I. 15. III 28. XII	0,3	30. I. 18. II	0,2	31. I 1.7.-10. III	0,7	29. II	1,9	13.—20. II	2,3	26.—29. II 1.-4. 6.-15. III
1885	— 14,8	12. XII	— 0,9	25. 26. I	0,1	24. 28. I. 10. II.	— 0,1	25.-29. I	1,0	21. II	1,9	22. 23. II. 1-6. III	2,1	6.—7. III
1886	— 14,8	12. I	— 2,0	24. II	— 0,5	23. 24. II 10. 11. III	— 0,9	24. II	0,9	27. IV	1,7	27.-29. III	2,2	27.-31. III
1887	— 15,6	29. XII	— 1,4	18. II	— 0,1	18.—21. II 15. 16. 21-23. III	0,0	19.-23. 27. II 11. 24. 27. III	1,0	25. III-1. IV 6.—8. IV	1,5	8. IV	2,1	9. 10. IV
1888	— 16,6	1. II	— 2,2	19. 20. I	— 0,9	21. I	— 0,4	4.—6. III	0,4	19. 20. IV	0,9	19. 20. IV	1,3	19. 20. IV
1889	— 15,0	13. 25. II. 16. III	— 2,8	4. I	— 1,3	24. 29. I	— 1,1	29. I	0,3	13.—18. IV	0,9	13.-26. IV	1,3	26. 27. IV
1890	— 18,5	27. XI	— 3,1	3. III	— 1,5	5. III	— 2,1	5. III	0,3	8.-10. 15.-22. III	1,0	29. III	1,6	1. IV
1891	— 17,5	17. 19. I	— 2,3	17.—19. I	— 1,1	17.—22. I	— 0,7	20. I	0,5	7. 8. 10. IV	1,2	8.-10. 13. IV	1,9	7.—25. IV

2. Maxima.

1882	28,2	30. V. 3. 25. VI 15. VII. 13. VIII	22,3°	13. VIII	16,4°	14. VIII	17,3°	14. VIII	15,2°	15. VIII	13,0°	16.-18. VIII	12,3°	15. IX
1883	29,2	14. VIII	21,0	30. VI	16,9	13. VII	17,7	9. VII	15,4	10. VII	13,0	30. VIII. 3. IX	12,3	3. IX
1884	31,4	16. VII. 12. VIII	23,5	13. 16. VII	17,0	16. VII	19,0	16. VII	15,7	14. VIII	14,1	15.-19. VIII	12,4	19.-23. VIII
1885	28,1	7. VI	22,8	28. VI	17,5	20. VII	18,0	29. VI	15,5	7.—8. VIII	13,9	1.-15. VIII	12,6	9.-16. VIII
1886	30,6	22. VII	23,6	22. VII	17,7	22. 23. VII	18,9	23. VII	16,5	4. IX	14,7	4. IX	13,5	16.-18. IX
1887	30,6	30. VII	23,4	8. VIII	17,9	30. 31. VIII	18,2	31. VII	15,8	10. VIII	13,9	11. VIII	12,5	10.-16. VIII
1888	30,5	4. VI	24,9	4. VI	16,1	13. VIII	16,2	14. VIII	14,2	16. VIII	12,6	18. VIII	11,5	20.-29. VIII
1889	28,5	11. 12. VII	24,6	11. VII	18,1	13. VII	18,2	13. VII	15,2	14 VII	13,1	9. VIII	12,1	8.-11. IX
1890	29,6	15. VII	24,7	17. VII	16,9	18. VIII	17,5	19. VIII	15,4	20. VIII	13,7	21. 22. VIII	12,5	22.-28. VIII
1891	29,5	1. VII	24,9	1. VII	17,1	1. VII	17,6	2. VII	14,1	3. 4. VII	12,7	5.—7. IX	11,8	7.-12. IX

[1] Beobachtungen, welche eventuell in Betracht gekommen wären, ausgefallen.

Digitized by Google

b) Wald.

1. Minima.

Jahr	+ 1,1 m		0 m		— 0,15 m		— 0,30 m		— 0,60 m		— 0,90 m		— 1,20 m	
	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum	° C.	Datum
1882	— 12,0°	3. XII	— 0,4°	6. 7. II	0,2°	9. 10. II	0,4°	8.—10. II	1,5°	27. II	2,0°	27. II	2,8°	1.—6. III
1883	— 14,2	13. III	— 1,1[1]	10. III	0,1[1]	13. 14. III	0,2[1]	13. III	1,2[1]	5.—8. IV	1,6[1]	6.—8. IV	2,2[1]	6.-9.12.13.IV
1884	— 11,0	1. XII	— 0,3	29. XII	0,4	17. 18. II	0,4	18. 20. II	1,2	7.—11. III	1,9	7.—12. III	2,3	11.-14. III
1885	— 12,9	12. XII	— 1,2	31. XII	0,0	21. 22. I	0,1	31.I.3.21.II	0,6	21. II	1,3	21. II	2,0	21.—28. II
1886	— 13,9	10. 11. III	— 5,4	24. II	— 1,1	22.27.II. 1.III	— 0,4	15.-17. III	0,7	18. III	1,3	26. III	1,9	27. III
1887	— 16,3	29. XII	— 1,3	17. 18. II	— 0,8	18. II	0,3	3. III	1,1	6.—8. IV	1,6	8. IV	2,1	8.10.-15.IV
1888	— 15,8	1. II	— 2,4	15. I	— 0,9	19.—21. I	— 0,1	4.—8. III	0,7	23. 25. IV	1,1	23.-26. IV	1,5	23.-30. IV
1889	— 15,6	13. II	— 1,5	23. 24. I	— 0,8	24. I	0,2	29. I. 2. II	1,0	13.—18. 20.—22. IV	1,3	21.-23. IV	1,8	21.-28. IV
1890	— 18,8	27. XI	— 2,5	12. II	— 1,5	5. III	— 0,2	6.—14. III	0,7	6.—14. III	1,3	18. 19. III	1,9	27.-30. III
1891	— 18,6	17. I	— 2,7	19. I	— 1,5	19.—22. I	— 0,4	20.—22. I	0,9	11. III	1,4	11. III	2,0	13.-20. IV

2. Maxima.

1882	23,9°	15. VII	15,1°	13. VIII	14,0°	13. VIII	13,5°	21. VII	11,4°	15. VIII	10,1°	16. VIII	9,2°	15. IX
1883	23,9	15. V. 14. VIII	14,9	4. VII. 26. VIII	14,2	10. VII	14,0	10. VII	11,7	29. VIII	10,2	29. VIII	9,2	3.—5. IX
1884	26,2	16. VII	16,9	13. VII	15,6	16. VII	14,0	16. VII	11,9	12.-15. VIII	10,3	15. VIII	9,0	19.-23. VIII
1885	24,1	29. V	15,2	12. VII	14,4	12. VII	14,1	13. VII	11,8	15. VII	10,1	15. VII	9,1	25.-31. VII
1886	25,5	22. VII 10. VIII	18,9	22. VII 2. IX	16,2	2. IX	14,7	3. IX	12,8	4.—5. IX	11,5	17. IX	10,4	17.-20. IX
1887	25,5	30. VII	18,8	8. VIII	16,3	30. VII	14,6	1. VIII	12,3	1. 2. VIII	10,5	2.—4. VIII	9,2	13. VIII 2.—12. IX
1888	25,4	4. VI	16,2	12. VIII	13,4	13. VIII	12,9	16. VIII	11,1	16. VIII	9,6	28. IX	8,8	3.—4. X
1889	23,4	2.VI.11.VII	17,5	12. VII	15,2	12. VII	14,3	13. VII	11,8	14. VII	10,3	6. 7. 8. IX	9,3	7.—17. IX
1890	23,4	15. VII	16,9	18. VIII	14,9	18. VIII	13,9	19.20.VIII	12,0	20.21. VIII	10,5	21.22.VIII	9,4	23.24.26.VIII
1891	26,9	1. VII	19,1	1. VII	15,9	1. VII	13,8	2. VII	11,3	5. IX	10,1	16. IX	9,2	18. IX

[1] Beobachtungen, welche eventuell in Betracht gekommen wären, ausgefallen.

Digitized by Google

Tabelle 13.

Grenzwerthe 1882—91.

a) Feld.

Hagenau.

Bodentiefe	Tiefste beobachtete Temperatur	Höchste beobachtete Temperatur	Kleinste jährliche Amplitude	Grösste jährliche Amplitude	Gesammtspielraum 1882—91 der Amplituden	Kleinstes Minimum	Kleinstes Maximum	Schwankung der Min.	Schwankung der Max.
+1,5 m	— 22,6° XII 83	38,3° VII 84	48,2° 1882	59,5° 1883	60,9°	— 11,2° XII 84	34,4° VII 89	11,4°	3,9°
0,0 „	— 9,3 I 91	30,9 „ „	29,6 „	39,2 1891	40,2	— 1,0 „ „	26,3 VI 88	8,3	4,6
— 0,15 „	— 8,8 „ „	26,4 „ 91	24,9 1884	35,2 „	35,2	0,6 „ „	22,3 „ „	9,4	4,1
— 0,30 „	— 5,5 „ „	22,9 „ 83	21,1 „	26,8 „	28,4	1,4 „ „	19,9 „ „	6,9	3,0
— 0,60 „	— 1,7 „ „	21,7 „ „	17,9 1888	21,5 1885	23,4	2,9 „ „	18,7 „ „	4,6	3,0
— 0,90 „	0,4 „ „	19,8 „ „	15,2 „	17,3 1887	19,4	4,1 II „	17,1 „ „	3,7	2,7
— 1,20 „	1,6 „ „	18,5 „ „	13,1 1884	15,0 1885/7	16,9	4,9 „ „	15,9 „ „	3,3	2,6
Neumath.									
+1,5 m	— 19,0° XII 87	33,8° VII 84	41,1° 1882	51,8° 1887	52,8°	— 9,8° XII 82	30,1° VI VII 89	9,2°	3,7°
0,0 „	— 3,9 I 91	32,3 „ „	24,8 1885	34,8 1891	36,2	— 0,4 I 84	22,8° VI 85	3,5	9,5
— 0,15 „	— 2,9 „ „	22,8 „ 87	17,5 „	25,4 „	25,7	0,8 XII „	17,5 VII „	3,7	5,3
— 0,30 „	— 0,6 „ 85	21,6 „ 84	18,6 „	21,5 1887	22,2	0,7 „ „	18,0 VI „	1,3	3,6
— 0,60 „	0,4 II 88	19,4 „ „	14,5 „	18,1 1883	19,0	2,0 „ „	15,5 VIII „	1,6	3,9
— 0,90 „	0,7 „ „	17,6 „ „	12,2 „	16,2 1887/9	16,9	3,3 „ „	13,9 „ „	2,6	3,7
— 1,20 „	2,0° { II/III 88 / III 87 }	16,3 VIII „	10,0 „	14,3 1887	14,3	4,6 I „	12,6 „ „	2,6	3,7
Melkerei.									
+1,1 m	— 18,5° XI 90	30,6° VII {86 / 87}	40,2° 1882	48,1° 1890	49,1°	— 12,0° XII 82	28,1° VI 85	6,5°	2,5°
0,0 „	— 3,1 III „	24,9 VI 88	21,6 1883	27,8 „	28,0	— 0,3° I III XII 84	21,0 „ 83	2,8	3,9
— 0,15 „	— 1,5 „ „	18,1 VII 89	16,7 1884	19,4 1889	19,6	0,3° I II 84	16,1 VIII 88	1,8	2,0
— 0,30 „	— 2,9 II 82	19,0 „ 84	16,6 1888	20,2 1882	21,9	0,2° III 83 I III 84	16,2 „ „	3,1	2,8
— 0,60 „	0,3 { IV 89 / III 90 }	16,5 IX 86	13,6 1891	15,6 1886	16,2	1,0° { IV 83 II 85 / III IV 87 }	14,1 VII 91	0,7	2,4
— 0,90 „	0,9° IV 88 89	14,7 „ „	11,5 „	13,0 „	13,8	1,9° II 84 II III 85	12,6 VIII 88	1,0	2,1
— 1,20 „	1,3	13,5 „ „	9,8 1882	11,3 „	12,2	2,5° III 82	11,5 „ „	1,2	2,0

Digitized by Google

b) Wald.

Hagenau.

Bodentiefe	Tiefste beobachtete Temperatur	Höchste Temperatur	Kleinste jährliche Amplitude	Grösste Amplitude	Gesammtspielraum 1882—91 der Amplituden	Kleinstes Minimum	Kleinstes Maximum	Schwankung der Min.	Schwankung der Max.
+ 1,5 m	— 21,4° I 88	35,8° VII 86	40,3° 1882	52,5° 1888	57,2°	— 11,0° XII 84	28,6° VI 89 V 82	10,4°	7,2°
0,0 „	— 4,8 „ „	23,1 VI 82	18,3 1884	25,9 1887	27,9	1,0 „ „	17,9° VI 85	5,8	5,2
— 0,15 „	— 4,0 „ „	20,0 „ „	18,0 „	21,5 1888	24,0	1,3 „ „	17,5 „ 88	5,3	2,5
— 0,30 „	— 1,1 „ 91	19,1 „ „	16,1 „	18,4 1882	20,2	2,8 „ „	16,4 VII „	3,9	2,7
— 0,60 „	1,0 „ „	16,4 VII „	11,9 „	14,4 1887	15,4	4,2° XII II „	14,2 IX 91	3,2	2,2
— 0,90 „	2,1° I II III 91	15,0 {VIII 84 / IX 86}	10,0 „	11,9 „	13,1	5,0° II „	13,3 „ „	2,9	1,7
— 1,20 „	2,8° III „	14,1 VIII 84	8,6 „	10,5 „	11,3	5,5 „ „	12,5 „ „	2,7	1,6

Neumath.

+ 1,5 m	— 18,9° I 91	31,1° VII 84	36,0° 1882	48,7° 1887	50,0°	— 9,4° II 82	25,8° VII 83	9,5°	5,3°
0,0 „	— 1,8 „ „	19,8 „ 87	15,6 1885	20,9 „	21,6	0,3 XII 84	15,2 „ 85	2,1	4,6
— 0,15 „	— 1,4 „ „	18,4 „ 84	14,2 „	18,2 1891	19,8	0,8 „ „	14,4 „ „	2,2	4,0
— 0,30 „	0,0 „ 88	18,1 „ „	14,0 „	17,4 1887	18,1	1,1 „ „	14,1 „ „	1,1	4,0
— 0,60 „	0,6 III 87	16,4 „ „	10,9 „	15,6 „	15,8	2,3 „ „	11,8 „ „	1,7	4,6
— 0,90 „	1,2 „ 90	15,4 IX 86	8,4 „	14,0 1886	14,2	3,5° XII I II 84	10,1 „ „	2,3	5,3
— 1,20 „	1,7 „ 88	14,3 „ „	6,5 „	12,1 „	12,6	4,0 II III 84	9,1 „ „	2,3	5,2

Melkerei.

+ 1,1 m	— 18,8° XI 90	26,9° VII 91	35,9° 1882	45,5° 1891	45,7°	— 11,0° XII 84	23,4° {VI VII 89 / VII 90}	7,8°	3,5°
0,0 „	— 5,4 II 86	19,1 „ „	15,5 „	24,3 1886	24,5	— 0,3 „ „	14,9 VII VIII 83	5,1	4,2
— 0,15 „	— 1,5 {III 90 / I 91}	16,3 „ 87	13,8 „	17,4 1891	17,8	0,4 II „	13,4° VIII 88	1,9	2,9
— 0,30 „	— 0,4 {III 86 / I 91}	14,7 IX 86	13,0 1888	15,1 1886	15,1	0,4 „ 82 84	12,9 „ „	0,8	1,8
— 0,60 „	0,6 II 85	12,8 „ „	9,9 1882	12,1 „	12,2	1,5 „ 82	11,1 „ „	0,9	1,7
— 0,90 „	1,1 IV 88	11,5 „ „	8,1 „	10,2 „	10,4	2,0 „ „	9,6 IX „	0,9	1,9
— 1,20 „	1,5 „ „	10,4 „ „	6,4 „	8,5 „	8,9	2,8 III „	8,8 X „	1,3	1,6

Digitized by Google

Tabelle 14.

Mittelwerthe aus den Extremen.

a) Feld.

Hagenau.

Tiefe	Mittleres Max.	Mittleres Min.	Amplitude	Datum Mittleres Maximum	Datum Mittleres Minimum	t Tage dazwischen	Datum Maximum erstes	Datum Maximum letztes	t Tage dazwischen	Datum Minimum erstes	Datum Minimum letztes	t Tage dazwischen
+1,5 m	35,9°	−17,5°	53,4°	4. VII	11. I	174	19. V 88	1. VIII 90	74	1. XII 84	1. III 90	90
0,0 „	28,3	− 4,6	32,9	8. „	9. „	180	8. VI 85	2. „ „	55	1. „ „	11. „ 86	101
−0,15 „	23,9	− 3,6	27,5	10. „	26. „	165	25. „ 88	1. „ „	37	29. „ „	12. „ „	73
−0,30 „	23,4	− 1,7	25,1	15. „	22. „	174	26. „ „	11. „ „	46	30. XII 90/84	14. „ „	74
−0,60 „	20,2	0,7	19,5	15. „	6. II	159	28. „ „	12. „ „	45	31. XII „	19. „ 83	79
−0,90 „	18,4	2,0	16,4	27. „	26. „	151	28. „ „	5. IX 86	69	22. I 91	20. „ 83/86	57
−1,20 „	17,3	5,3[1]	12,0[1]	14. VIII	27. „	168	29. „ „	9. „ 90	72	27. „ „	27. „ 83	59
Neumath.												
+1,5 m	31,5°	−16,0°	47,5°	3./4. VII	24. XII	191	2. VI 89	1. VIII 90	60	26. XI 84	13. II 89	79
0,0 „	27,2	− 1,7	28,9	2. „	15. I	168	4. „ 88	1. „ „	58	14. XII 88	11. III 86	87
−0,15 „	21,2	− 0,5	21,7	17. „	2./3. II	165	1. VII 91	12. „ 88	42	30. „ 84	23. „ 83	83
−0,30 „	20,2	0,1[1]	20,1[1]	14. „	12./13. „	152	25. VI 82	13. „ „	49	30. „ „	28. „ „	88
−0,60 „	18,1	0,9[1]	17,2[1]	19./20. „	21. „	148	2. VII 91	8. „ 85	37	30. „ „	30. „ „	90
−0,90 „	16,6	1,4[1]	15,2[1]	6. VIII	19./20. „	168	7. „ „	10. IX 86	65	25. „ „	23. „ 87	88
−1,20 „	15,4	2,6[1]	12,8[1]	19. „	6. III	166	14. „ 83	18. „ „	66	31. I „	30. „ 83	58
Melkerei.												
+1,1 m	29,6°	−15,1°	44,7°	8./9. VII	16./17. I	173	30. V 82	14. VIII 83	76	27. XI 90	16. III 89	109
0,0 „	23,6	− 1,8	25,4	12. „	1. II	161	4. VI 88	13. „ 82	70	28. XII 84	23. „ 83	85
−0,15 „	17,2	− 0,6	17,8	30./31. „	13. „	167	1. VII 91	31. „ 87	61	17. I 91	23. „ 87	65
−0,30 „	17,9	− 0,8	18,7	23./24. „	23./24. „	150	29. VI 85	19. „ 90	51	20. „ 91	27. „ „	66
−0,60 „	15,3	0,7	14,6	2./3. VIII	27./28. III	128	3. VII 91	4. IX 86	63	12. II 82	20. IV 88	67
−0,90 „	13,5	1,4	12,1	17. „	29. „	141	1. VIII 85	7. „ 91	37	13. „ 84	26. „ 89	72
−1,20 „	12,4	1,9	10,5	26. „	29. „	150	9. „ 85	18. „ 86	40	26. „ „	27. „ „	60

[1] Beobachtungen lückenhaft.

Digitized by Google

b) Wald.

Hagenau.

Tiefe	Mittleres Max.	Mittleres Min.	Amplitude	Datum Mittleres Maximum	Datum Mittleres Minimum	t Tage dazwischen	Datum Maximum erstes	Datum Maximum letztes	t Tage dazwischen	Datum Minimum erstes	Datum Minimum letztes	t Tage dazwischen
+ 1,5 m	30,6°	— 16,4°	47,0°	30. VI/1. VII	10. I	171	30. V 82	7. VIII 87	69	1. XII 84	1. III 90	90
0,0 „	20,1	— 2,1	22,2	11. VII	12. „	180	25. VI 82/88	19. „ 90	55	2. „ „	14. „ 86	102
— 0,15 „	18,7	— 1,2	19,9	13. „	23. „	171	25. „ „	19. „ „	55	2. „ „	17. „ 83	105
— 0,30 „	17,7	+ 0,7	17,0	25. „	16. II	159	26. „ 82	3. IX 86	69	31. „ 84/90	22. „ 86	81
— 0,60 „	15,6	2,1[1]	13,5	1. VIII	6. „	176	13. VII 83	5. „ 91	54	31. „ „	23. „ „	82
— 0,90 „	14,3	3,1[1]	11,2	12. „	18. „	175	14. „ 83/89	10. „ 86	58	22. I 91	13. „ 90[1]	50
— 1,20 „	13,4	3,8[1]	9,6	16. „	4. III	165	14. „ 83	10. „ „	58	9. II 85	13. „ „[1]	32

Neumath.

+ 1,5 m	28,4°	— 15,6°	44,0°	4./5. VII	30./31. XII	186	29. V 85	10. VIII 85	73	26. XI 84	13. II 89	79
0,0 „	17,9	— 0,7	18,6	20./21. „	13. I	188	1. VII 91	19. „ 90	49	3. XII 82	17. „ 87	76
— 0,15 „	16,9	— 0,1	17,0	26./27. „	9. II	167	1. „ „	3. IX 86	64	31. „ 84/90	30. III 83	89
— 0,30 „	16,6	0,3[1]	16,3	26./27. „	26. „	150	2. „ „	3. „ „	63	31. „ 84	30. „ „	89
— 0,60 „	15,0	1,0[1]	14,0	31.VII/1.VIII	4./5. III	180	4. „ „	4. „ „	62	15. „ 82	25. „ 86	100
— 0,90 „	13,9	1,8[1]	12,1	16./17. VIII	24. II	173	14. „ 83	11. „ 91	59	31. „ 84	31. „ 83	90
— 1,20 „	12,9	2,3[1]	10,6	17. „	7. III	163	14. „ „	15. „ 86	63	6. II 85	31. „ „	53

Melkerei.

+ 1,1 m	24,8°	— 14,9°	39,7°	5. VII	17. I	169	15. V 83	14. VIII 83	90	27. XI 90	13. III 83	106
0,0 „	17,0	— 1,9	18,9	30. „	1. II	179	1. VII 91	2. IX 86	63	29. XII 84	10. „ „	71
— 0,15 „	15,0	— 0,6	15,6	28. „	8. „	170	1. „ „	2. „ „	63	19. I 88/91	14. „ „	54
— 0,30 „	14,0	+ 0,1	13,9	29. „	25. „	154	2. „ „	3. „ „	63	20. „ 91	17. „ 86	56
— 0,60 „	11,8	+ 1,0	10,8	14./15. VIII	27. III	140	14. „ 89	5. „ 86/91	53	21. II 85	25. IV 88	63
— 0,90 „	10,3	1,5	8,8	24. „	29. „	148	15. „ 85	28. „ 88	75	21. „ „	26. „ „	64
— 1,20 „	9,3	2,1	7,2	1./2. IX	3. IV	151	25. „ „	4. X „	71	21. „ „	30. „ „	68

[1] Beobachtungen lückenhaft.

Digitized by Google

die Minimalwerthe zwischen December und März. Von der Oberfläche an tritt mit der Tiefe eine Verspätung der Extreme ein.

8. Das Zeitgebiet, innerhalb dessen die Maximalwerthe verlaufen, ist kleiner wie das der Minimalwerthe.

Mit zunehmender Seehöhe wird das Jahresgebiet der Bodenkrume, welches frei von extremen Werthen ist, immer kleiner.

9. Die niedrigsten Minimaltemperaturen der Luft sind über dem Feldboden und Waldboden nahezu gleich; die höchsten Maximaltemperaturen der Luft über dem Felde erheblich höher wie im Walde.

5. Die Mittelwerthe aus den Extremen.

1. Aus den einzelnen Extremwerthen der Periode 1882—91 wurde das mittlere Minimum und das mittlere Maximum berechnet und auf diese Weise die mittlere Grenzamplitude gewonnen.
2. Aus den Eintrittszeiten der absoluten Extreme wurde der Termin für das mittlere Maximum und Minimum bestimmt und aus demselben die Zeit des Abstiegs vom Maximum zum Minimum ermittelt.

Tabelle 14 vereinigt die Daten und Temperaturwerthe.

6. Extreme Kälte- und Wärmeperioden.

1. Das mittlere Extrem fällt in den Monat, in welchem die meisten extremen Werthe auftraten. Das mittlere Extrem der ganzen Periode schliesst sich dem des betreffenden Monats am besten an.
2. Mit zunehmender Bodentiefe und steigender Seehöhe vermehren sich die extremen Werthe und zwar die Minima mehr wie die Maxima. Im Feldboden endlich haben wir längere Minimalperioden als im Waldboden. Die Tagezahlen mit Maximalwerthen sind im Wald- und Feldboden nicht wesentlich verschieden.

In folgender Tabelle (S. 241) ist für unsere Periode die Anzahl der Tage, an welchen drei Tage oder länger andauernde extreme Werthe eingetreten waren, angegeben.

3. Mit steigender Seehöhe nimmt die Gesammtzahl der Extremperioden, die drei Tage und länger angehalten haben, zu, im Feldboden mehr wie im Waldboden.

3[1]. Mit zunehmender Bodentiefe werden die extremen Werthe immer anhaltender und zwar um so mehr, je höher der Boden gelegen ist.

Der Hochlandboden hat in den mittleren Schichten der Krume (0,30—0,90 m) relativ die längsten Extremperioden.

Ein andauerndes Extrem weist die Luft nicht auf.

Drei Tage oder länger anhaltende Maxima hat der Waldboden in weniger tiefen Schichten als der Feldboden.

Digitized by Google

Anhaltende Minima liegen schon in den oberen Schichten und zwar um so mehr, je höher die Ortslage ist. Im Feldboden sind sie von längerer Dauer wie im Waldboden.

4. Die Minimalperioden sind viel länger als die Maximalperioden, auch sind sie bedeutend zahlreicher.

Anzahl der Tage mit extremen Werthen. 1882—91.

	Feldboden						Waldboden					
	Maxima			Minima			Maxima			Minima		
	H.	N.	M.	H.	N.	M.	H.	N.	M.	H.	N.	M.
Luft . .	11	12	16	10	10	13	10	13	13	10	10	11
0,0 m . .	10	10	11	11	11	16	10	10	12	12	12	13
0,15 „ . .	11	10	12	11	19	35	10	11	10	12	47	21
0,30 „ . .	12	11	10	13	138[1]	31	11	10	11	20	69[1]	31
0,60 „ . .	11	15	12	20	63[1]	47	14	19	16	24[1]	78[1]	36
0,90 „ . .	15	33	34	39	48[1]	58	16	19	15	60[1]	43[1]	23
1,20 „ . .	15	45	44	35[1]	47[1]	81	22	38	49	22[1]	32[1]	60

5. Die andauerndsten Maximalperioden fallen im Feldboden in den August, im Waldboden ebenfalls, verschieben sich jedoch mit zunehmender Seehöhe darin nach dem September.

   Die andauerndsten Minimalperioden liegen im Feldboden im Februar, im Waldboden im März. Beide verschieben sich mit zunehmender Seehöhe nach dem April.

6. Mai und Juni, sowie November und December sind frei von Extremperioden, die drei Tage oder länger anhielten.

7. Die Temperaturextreme um 8 Uhr Vormittags und 2 Uhr Nachmittags.

Aus Tabelle 9 p. 220 ergiebt sich:

1. Die Maxima und Minima der Temperaturen der einzelnen Bodenschichten fallen um 8^h und um 2^h in dieselben Monate.
2. Die Maxima um 2^h sind in den obersten Schichten höher wie um 8^h, die Minima niedriger. Die Unterschiede sind im Feldboden grösser wie im Waldboden, für die Maxima erheblicher wie für die Minima. Sie nehmen mit wachsender Seehöhe ab. Die Jahresamplitude ist daher um 2^h für die oberen Schichten grösser wie um 8^h.

Der Unterschied der Extreme von 8^h und 2^h ist nahezu derselbe, wie der Unterschied der Temperaturen um 8^h und 2^h (cf. p. 222). Letztere sind etwas grösser. Auch liegt das Maximum, bezw. Minimum des Temperaturunterschieds in anderen Monaten als die Extreme selbst.

VI. Störungen im regelmässigen Gang der Wärmebewegung im Erdboden.

A. 1. Die Wärmeschwankungen im Boden hängen ganz besonders von der Fähigkeit der Bodenarten, die Wärme zu leiten, ab.

[1] interpolirt.

Digitized by Google

Diese Fähigkeit wird vor allem durch die chemische Zusammensetzung des Bodens, seine Dichtigkeit, seinen Fein- und Wassergehalt, und durch das Vorkommen von Steinen im Boden bestimmt[1].

Die monatlichen Schwankungen der Temperaturen um 8^h und 2^h waren bei Hagenau und Melkerei tiefgehender wie bei Neumath, dann im Feldboden tiefer und stärker wie im Waldboden.

Der Boden von Hagenau (cf. p. 187) ist ein Kiesboden mit Thonunterlage, der von Neumath verwitterter Muschelkalk und der von Melkerei ein Verwitterungsprodukt von feldspathreichem Granit. Ch. André und J. Raulin[2] haben die Leitungsfähigkeit des Bodens der Reihe nach, wie folgt, experimentell bestimmt: Sand, Thon, Kalk, Torf. Diese Folge ist dieselbe der in Frage stehenden Böden: Hagenau, Melkerei, Neumath. Ebermayer[3] und Less[4] stellten eine ähnliche Wärmeleitungsreihe auf.

2. Je grobkörniger der Boden ist, um so wärmer ist er bis zu einer gewissen Grenze während der wärmeren Jahreszeit.

Nach Wollny[5] ist die Structur des Bodens entweder „Einzelkornstructur" oder „Krümmelstructur". Je nachdem die eine oder die andere vorherrscht, werden die Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse des Bodens verschieden sein. Ist das Korn sehr grob, so wird der Boden zur wärmeren Jahreszeit besonders warm; je feiner andererseits die Bodentheilchen sind, um so weniger intensiv wird sich der Boden erwärmen können. Denn in diesem Falle ist er im Stande, grössere Wassermengen dauernd aufzunehmen, durch deren Verdunstung ein grösserer Wärmeverbrauch eingeleitet wird.

Der Boden von Melkerei ist äusserst grobkörnig. In den Sommermonaten fanden wir hier eine relativ stärkere Erwärmung wie bei Hagenau, dessen Bodentheilchen eine sehr feine Structur zeigen. Der Waldboden endlich ist bei jeder Structur durchweg kühler als der Feldboden.

Zur Frühjahrszeit wird das Erwärmen und Aufthauen eines Bodens mit grösseren Theilchen schneller vor sich gehen. Wir fanden (p. 201 u. 206) für die Zunahmen der Temperatur der Oberfläche von Monat zu Monat:

---

[1] Littrow, Ueber die relative Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Bodenarten und den betreffenden Einfluss des Wassers. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. II. Wien 1875. Pott, l. c. in Biedermann, Agriculturchemie. XII. 1877. p. 82.

[2] Comptes rendus. 1891. 2. No. 4. p. 256.

[3] Ebermayer, Ueber das Verhältniss verschiedener Bodenarten gegen Wärme und über den Einfluss der Meereshöhe etc. in Wollny, Agriculturphysik. 14. 1891. p. 195—253.

[4] Less, Ueber die Wärmeleitungsfähigkeit schlechtleitender Körper, insbesondere der Gesteine. Inauguraldissertation. Berlin 1878.

[5] Wollny, Untersuchungen über den Einfluss der Structur des Bodens auf dessen Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse. Agriculturphysik. V. 1882. p. 145—209.

Digitized by Google

Station	Feldboden		Waldboden	
	III—IV	IV—V	III—IV	IV—V
Hagenau	6,0°	6,1°	4,4°	4,3°
Neumath	5,5	6,0	4,6	3,7
Melkerei	4,6	7,0	3,5	4,2

Diese Zahlen bestätigen das Gesagte.

3. Der festere Boden leitet die Wärme besser als der lockere[1]. Durch Auflockern der Oberfläche vermindern sich die Temperaturschwankungen des Bodens während der wärmeren Jahreszeit[2].

Wir erkennen aus Tabelle 1, 2, 3, dass der tiefgründige und frische Boden von Neumath die Wärme besser nach den tieferen Schichten leitet, wie der lockere von Melkerei; aber auch, dass die Schwankungen der Temperatur von Melkerei weniger stark sind, wie die der anderen Stationen. Während der wärmeren Jahreszeit wird der feste Boden wärmer, in der kälteren dagegen auch kälter als der lockere. Das Leitungsvermögen im dichteren Boden ist also grösser, als im lockeren, wie Wollny[3] an anderer Stelle übrigens schon nachgewiesen hat. Wir sehen diesen Satz in dem Unterschied des Feld- und Waldbodens bestätigt. Der Feldboden ist im Sommer wärmer, im Winter kälter wie der Waldboden.

4. Die schnellere Erwärmung und Abkühlung des Bodens hängt von dessen Absorptionsvermögen und Emissionsvermögen[4], dann auch von seiner specifischen Wärme ab.

Ein Boden wird sich um so schneller erwärmen, je grösser seine Absorptionsfähigkeit, je geringer seine specifische Wärme und je besser die Leitungsfähigkeit ist; er kühlt sich um so langsamer ab, je geringer sein Emissionsvermögen, je grösser seine specifische Wärme und je schlechter seine Leitungsfähigkeit ist.

Nach Liebenberg[5] beeinflusst besonders der Wasser- und Humusgehalt die specifische Wärme des Bodens und schützt denselben vor schneller Abkühlung. Vor allen ist die obere Bodenschicht von den Witterungsverhältnissen abhängig und daher den grössten Schwankungen im Wassergehalte ausgesetzt[6]. Der Einfluss des Wassers ist leicht einzusehen, wenn man bedenkt, dass dessen specifische

[1] Haberland und Pott, Biedermann, Centralblatt. 6. Jahrg. 1877. 11. Bd. p. 328; 12. Bd. p. 11.

[2] Wollny, Untersuchungen über die Temperatur des Bodens im dichteren und im lockeren Zustande. Agriculturphysik. 2. Bd. 2. Heft. p. 133—162. 1878.

[3] Wollny, l. c. p. 154.

[4] J. van Bemmelen, Das Absorptionsvermögen der Ackererde. Landwirthsch. Versuchsstationen. 1877. 21. Bd. p. 135—191.

[5] v. Liebenberg, Untersuchungen über Bodenwärme. Berichte aus dem physiol. Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftl. Instituts der Universität Halle. Herausgegeben von Prof. Kühn. 2. Heft. p. 1—40.

[6] Fr. Hofmann, Grundwasser und Bodenfeuchtigkeit. Chemisches Centralblatt. XV. No. 8. p. 143.

Digitized by Google

Wärme das Vierfache derjenigen eines Durchschnittsbodens beträgt. Die Bodenoberfläche zeigt besonders starke Temperaturschwankungen nach Gewitterregen. Die Bodentemperatur steigt erheblich. Breitenlohner[1] erklärt diese Erscheinung als Folge blosser Wasserabsorption im Boden.

Am 11. Mai, 7. und 17. December 1891 war im Hagenauer Forst starker Regenfall am Vormittag. Die Nachmittagstemperatur zeigt eine auffallend starke Erhöhung. Stellwaag[2] hat experimentell gezeigt, dass die Temperatur von humosem Kalkboden in vollständig trockenem Zustande durch Zuführung von Wasser sich um 8,3° C., Lehmboden um 5,6° C. erhöhen kann.

4. Die Frage, in welcher Weise die Bodenwärme abhängig ist von der Absorption der Gase oder von chemischen Reactionen, ist bislang noch nicht gelöst. Pillitz[3] hat wohl Absorptionsversuche mit Ammoniak gemacht[4], ebenso die Absorption des Kalis und der Phosphorsäure in dem Boden untersucht. Anf die hierbei unbedingt auftretende Wärmetönung hat er bei seinen Versuchen nicht geachtet. Weitere Arbeiten sind mir nicht bekannt geworden. Doch möchte ich nicht verfehlen, an dieser Stelle auf die Wichtigkeit solcher Versuche aufmerksam zu machen, zumal die Ansicht, dass die Absorption auf einer Flächenattraction mit starker Wärmeentwickelung beruht, sich nicht von der Hand weisen lässt.

5. Die Farbe des Bodens[5] ist auf dessen Erwärmung nicht ohne Einfluss,

doch darf aus der Farbe allein ohne Berücksichtigung der sonstigen Eigenschaften des Bodens auf dessen Wärmeverhältnisse kein Schluss gezogen werden. So bedarf der dunkle, humusreiche Boden zu seiner Erwärmung einer grösseren Wärmemenge als der Sandboden. Er wird sich deswegen trotz stärkerer Absorption der Licht- und Wärmestrahlen unter Umständen nicht so hoch erwärmen als der Sandboden. Im Allgemeinen wird sich der dunkle Boden — humöser Lösslehm, Sandmoor — trotz der grösseren specifischen Wärme mehr erwärmen als der hellere Diluviallehm, Diluvialmergel. So ist der humusreiche dunkle Waldboden durchweg kühler wie der Feldboden.

6. Die Neigung des Terrains gegen den Horizont beeinflusst die Temperatur des Bodens.

Nach Wollny[6] ist der südliche Hang wärmer wie der östliche,

[1] Breitenlohner, Bodentemperatur und Regenfall. Agriculturphysik. 1884. Bd. VII. p. 408—415.

[2] Stellwaag, Untersuchungen über die Temperaturerhöhung verschiedener Bodenconstituenten und Bodenarten bei Condensation von flüssigem und dampfförmigem Wasser, sowie von Gasen. Agriculturphysik. 1882. Bd. V. p. 210.

[3] Fresenius, Zeitschrift für analyt. Chemie. 14. Jahrg. 1875. 3.—4. Heft.

[4] W. Knop, Fresenius l. c. 1875.

[5] Wollny, Untersuchungen über den Einfluss der Farbe des Bodens auf dessen Erwärmung. Agriculturphysik. 1. Bd. 1878. p. 43—69.

[6] Wollny, Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse des Bodens bei verschiedener Neigung des Terrains gegen die Himmelsrichtung und gegen den Horizont. Agriculturphysik. IX. 1886. p. 1—70. X. 1887. p. 1—54. X. 1888. p. 345—366.

Digitized by Google

westliche, nördliche; er ist ferner um so wärmer, je grösser die Neigung des Geländes gegen den Horizont ist. Melkerei liegt an einem südöstlichen Hang mit 17° Neigung, Neumath an einem westlichen mit 2° und Hagenau vollkommen in der Ebene. Wir haben gefunden, dass Melkerei in den Sommermonaten relativ die höchsten Temperaturen zeigt. Die z. Th. sehr hohen Werthe von Neumath sind jedoch auf die Plateaulage zurückzuführen, dann auf den Umstand, dass in Neumath die freie Seite des Thermometers nach Süden gerichtet war (cf. p. 187).

7. Wollny[1] hat experimentell nachgewiesen, dass die Bodentemperatur durch oberflächliche Abtrocknung eine Erhöhung erfährt.

Da Versuche in dieser Richtung bei unseren Stationen nicht vorliegen, kann ich dieser Frage nicht näher treten.

B. Der Einfluss der Niederschläge und der Bewölkung.

1. Der Einfluss der Bewölkung.

Die Bewölkung wurde Vormittags 8 Uhr und Nachmittags 2 Uhr beobachtet und in Zehntel des ganzen Himmelsgewölbes ausgedrückt.

Tabelle 15.

Bewölkung. 1882—91.

Hagenau			Neumath			Melkerei		
8 Uhr	2 Uhr	Mittel	8 Uhr	2 Uhr	Mittel	8 Uhr	2 Uhr	Mittel
8,6	7,6	8,1	8,3	7,6	8,0	5,6	5,4	5,5
7,2	6,6	6,9	7,2	6,4	6,8	5,3	5,3	5,3
7,2	6,9	7,1	7,2	6,8	7,0	6,4	6,0	6,2
6,8	7,2	7,0	6,8	6,8	6,8	5,7	5,9	5,8
6,5	6,8	6,7	6,6	6,7	6,7	5,7	6,0	5,9
6,5	6,8	6,7	6,5	6,4	6,5	5,4	6,1	5,8
6,5	7,0	6,8	6,7	6,6	6,7	5,7	6,0	5,9
6,2	6,4	6,3	6,4	6,3	6,4	5,1	5,2	5,2
6,2	6,2	6,2	6,5	6,5	6,5	5,3	5,3	5,3
8,0	7,4	7,7	7,7	7,3	7,5	6,4	6,2	6,3
8,6	8,4	8,5	8,6	8,2	8,4	6,9	7,2	7,1
8,7	8,1	8,4	8,6	8,1	8,4	6,6	6,3	6,5
7,2	7,1	7,2	7,2	7,0	7,1	5,8	5,9	5,9

1. Die Bewölkung nimmt sowohl im Jahresmittel als auch in den einzelnen Monaten mit der Seehöhe ab. In den Wintermonaten sind die höher gelegenen Orte relativ am wenigsten bewölkt.
2. Das Maximum der Bewölkung fällt in November, Dezember; das Minimum in den August, September.

[1] Wollny, Ueber den Einfluss der oberflächlichen Abtrocknung des Bodens auf dessen Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse. Agriculturphysik. III. 1880. p. 325—348.

Digitized by Google

Tabelle 16.

Jahre mit grösserer und kleinerer Bewölkung. 1882—91.

a) Grössere Bewölkung.

Hagenau.

Monat	Mittel	Jahre									
Januar . . .	90	82	83	84		86				90	
Februar . .	83		83	84	85			88	89		
März . . .	79		(83)				87	88	89	(90)	91
April . . .	76		83	84				88	89		91
Mai	77	82			85		87		89		91
Juni . . .	76	82		84		86		88			91
Juli	78	(82)	83					88	89	(90)	91
August . .	70	82			85	(86)			(89)	90	91
September .	73	82	83		85		87		89		
October . .	85	82	83	84	85				89		
November . .	90	82				86	87	88		90	
December . .	92	82		84		86	87		89		
Jahr . . .	75	82	83			86		88	89		

Neumath.

Januar . . .	87	82	83	84		86				90	
Februar . .	79		83	84	85			88	89		
März . . .	78						87	88	89	90	91
April . . .	75			84				88	89	90	91
Mai	75		(83)		85		87		89	(90)	91
Juni . . .	75	82		84		86		88			91
Juli	77	82	83					88		90	91
August . .	72	82						88	89	90	91
September .	73	82	83		85				89	90	
October . .	84	82	(83)	84	85		87		(89)		
November . .	88	82	83		85			88		90	
December . .	93	82	83	84		86			89		
Jahr . . .	73	82	83					88	89		91

Melkerei.

Januar . . .	67		83	84		86			90	90	91
Februar . .	69		83	84	85			88	89		
März . . .	69		83		85			88	89		91
April . . .	64		83	84				88	(89)	90	(91)
Mai	69				85		87		89	90	91
Juni . . .	67	82		84		86			89		91
Juli	71	82	83					88		90	91
August . .	60	82						88	89	90	91
September .	64	82	83		85		87		89		
October . .	75	82		84	85		87		89		
November . .	80	82				86	87	88		90	
December . .	74	82	83	84		86	87				
Jahr . . .	61	82	83			(86)[1]		(88)[1]	89		(91)

[1] interpolirt.

Digitized by Google

b) Kleinere Bewölkung.

Hagenau.

Monat	Mittel	Jahre									
Januar	72				85		87	88	89		91
Februar	55	82				86	87			90	91
März	63	82	(83)	84	85	86				(90)	
April	62	82			85	86	87			90	
Mai	56		83	84		86		88		90	
Juni	57		83		85		87		89	90	
Juli	57	(82)		84	85	86	87			(90)	
August	55		83	84		(86)	87	88	(89)		
September	52			84		86		88		90	91
October	69					86	87	88		90	91
November	80		83	84	85				89		91
December	76		83		85			88		90	91
Jahr	69			84	85		87			90	91

Neumath.

Monat	Mittel	Jahre									
Januar	72				85		87	88	89		91
Februar	56	82				86	87			90	91
März	63	82	83	84	85	86					
April	62	82	83		85	86	87				
Mai	58	82	(83)	84		86		88		(90)	
Juni	55		83		85		87		89	90	
Juli	56			84	85	86	87		89		
August	55		83	84	85	86	87				
September	58			84		86	87	88			91
October	66		(83)			86		88	(89)	90	91
November	80			84		86	87		89		91
December	75				85		87	88		90	91
Jahr	69			84	85	86	87			90	

Melkerei.

Monat	Mittel	Jahre									
Januar	43	82			85		87	88	89		
Februar	38	82				86	87			90	91
März	54	82		84		86	87			90	
April	53	82			85	86	87		(89)		(91)
Mai	48	82	83	84		86		88			
Juni	49		83		85		87	88		90	
Juli	46			84	85	86	87		89		
August	43		83	84	85	86	87				
September	43			84		86		88		90	91
October	52		83			86		88		90	91
November	61		83	84	85				89		91
December	56				85			88	89	90	91
Jahr	57			84	85	(86)	87	(88)		90	(91)[1]

[1] interpolirt.

Digitized by Google

3. Die Bewölkung um 2^h ist von April bis August grösser wie um 8^h; in den Herbst- und Wintermonaten am Nachmittag geringer.

Neumath hat nur im Mai Nachmittags eine kleinere Bewölkung.

4. Die relativ grösste Bewölkung am Nachmittag fällt in den Juni und Juli, die relativ geringste in die Monate Januar bis März.

Bei der Frage, in welcher Weise die Temperatur des Bodens von der Bewölkung abhängig ist, wird man von vornherein annehmen, dass eine stärkere Bewölkung im Sommer den Sonnenschein mehr hindert als eine geringere, dass sie andererseits im Winter die Wärmeausstrahlung besser verhütet.

Da, wie wir eben gezeigt haben, in den Sommermonaten die Wolkendecke am schwächsten, in den Wintermonaten dagegen am stärksten ist,

1. wird der jährliche Gang der Bewölkung eine Erhöhung der Temperatur zur Folge haben.

Um diesen Einfluss der Bewölkung zu untersuchen, folge ich zum Theil dem Vorgange von Leyst[1].

Ich vertheilte je nach der Bewölkung für jeden Monat die einzelnen Jahre der Periode 1882—91 in zwei Gruppen. Die erste umfasst für jeden Monat die Jahre mit grösster, die zweite mit kleinster mittlerer Bewölkung.

Kommen an der Grenze Monate mit gleicher Bewölkung vor, so wurden sie beiden Gruppen zugezählt, da kein Grund vorliegt, sie der einen oder der anderen Gruppe allein zuzumessen. Tabelle 16 giebt eine übersichtliche Zusammenstellung der Jahre mit grösserer und kleiner Bewölkung. Die eingeklammerten Jahre gehören beiden Gruppen an.

Es wurden nunmehr unter Grundlage der beiden Jahresgruppen für dieselben die mittleren Temperaturen der Luft und des Bodens in den verschiedenen Tiefen berechnet und in Tabelle 17 zusammengestellt.

a) Der Einfluss der Bewölkung auf den Gang der Temperatur der Luft

ist unverkennbar.

1. Bei geringerer Bewölkung ist die Temperatur der Luft höher
   bei Hagenau von März bis October,
   „ Neumath „ März „ November,
   „ Melkerei „ März „ Januar;
   in den übrigen Monaten ist sie niedriger.

In den Hochsommermonaten, in welchen auch die kleinsten Bewölkungen vorherrschen, sind die Temperaturunterschiede am erheblichsten. Zur Zeit der stärkeren Bewölkung finden wir die Luft auch wärmer.

[1] Leyst, Untersuchungen über die Bodentemperatur in Königsberg i. Pr. Schriften d. phys. Ges. XXXIII. p. 56.

Digitized by Google

Tabelle 17.

Vergleich der grösseren und kleineren Bewölkung mit den Erdbodentemperaturen. 1882—91.

Melkerei.

Monat	Bewölkung	Temperatur						
		+ 1,1 m	0 m	— 0,15 m	— 0,30 m	— 0,60 m	— 0,90 m	— 1,20 m
I	Grössere 67	— 0,8°	— 0,1°	0,4°	0,3°	1,7°	2,8°	3,6°
	Kleinere 43	— 1,2	— 0,4	0,4	0,3	1,8	3,0	3,8
	Differenz 24	+ 0,4	+ 0,3	0,0	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,2
II	Grössere 69	— 0,3	+ 0,1	0,1	0,1	1,1	2,0	2,7
	Kleinere 38	— 0,8	— 0,5	— 0,1	— 0,2	1,2	2,2	3,1
	Differenz 31	+ 0,5	+ 0,6	+ 0,2	+ 0,3	— 0,2	— 0,2	— 0,4
III	Grössere 69	— 0,1	+ 0,3	0,4	0,3	1,0	1,7	2,4
	Kleinere 54	+ 1,3	+ 1,5	0,5	0,4	1,2	2,0	2,5
	Differenz 15	— 1,4	— 1,2	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,1
IV	Grössere 64	4,5	4,4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6
	Kleinere 53	6,2	6,6	2,2	4,4	3,9	3,4	3,2
	Differenz 11	— 1,7	— 2,2	— 1,9	— 2,0	— 1,5	— 1,0	— 0,6
V	Grössere 69	10,1	11,4	8,6	9,0	7,5	6,2	5,2
	Kleinere 48	11,0	13,5	9,8	10,3	8,6	6,9	5,9
	Differenz 21	— 0,9	— 2,1	— 1,2	— 1,3	— 1,1	— 0,7	— 0,7
VI	Grössere 67	13,0	15,5	12,7	13,0	11,6	10,1	8,7
	Kleinere 49	14,2	17,3	13,6	13,8	11,8	9,9	8,5
	Differenz 18	— 1,2	— 1,8	— 0,9	— 0,8	— 0,2	+ 0,2	+ 0,2
VII	Grössere 71	13,8	16,1	14,0	14,3	13,1	11,7	10,7
	Kleinere 46	16,3	19,1	15,8	16,0	14,3	12,6	11,0
	Differenz 25	— 2,5	— 3,0	— 1,8	— 1,7	— 1,2	— 0,9	— 0,3
VIII	Grössere 60	14,0	16,5	14,0	14,5	13,6	12,5	11,7
	Kleinere 43	15,3	17,6	14,9	15,3	14,4	13,2	12,1
	Differenz 17	— 1,3	— 1,1	— 0,9	— 0,8	— 0,8	— 0,7	— 0,4
IX	Grössere 64	10,9	12,8	12,0	12,1	12,5	12,1	11,8
	Kleinere 43	13,3	14,6	12,7	13,3	13,0	12,5	11,9
	Differenz 21	— 2,4	— 1,8	— 0,7	— 1,2	— 0,5	— 0,4	— 0,1
X	Grössere 75	5,5	7,0	7,4	7,0	8,5	9,3	9,7
	Kleinere 52	7,5	8,2	8,1	8,4	9,4	9,9	10,3
	Differenz 23	— 2,0	— 1,2	— 0,7	— 1,4	— 0,9	— 0,6	— 0,6
XI	Grössere 80	2,3	3,5	4,1	4,1	5,5	6,6	7,4
	Kleinere 61	2,6	3,2	3,9	3,6	5,4	6,7	7,4
	Differenz 19	— 0,3	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,1	— 0,1	0,0
XII	Grössere 74	— 1,1	0,8	1,6	1,3	2,7	4,0	4,9
	Kleinere 56	— 0,9	0,5	1,3	1,3	3,0	4,4	5,2
	Differenz 18	— 0,2	+ 0,3	+ 0,3	0,0	— 0,3	— 0,4	— 0,3
Jahr	Grössere 61	6,6	7,9	6,7	6,9	7,1	6,9	7,0
	Kleinere 57	6,5	7,9	6,8	6,9	7,1	7,1	6,9
	Differenz 4	+ 0,1	0,0	— 0,1	0,0	0,0	— 0,2	+ 0,1

Digitized by Google

Neumath.

Monat	Bewölkung	Temperatur + 1,5 m	0 m	− 0,15 m	− 0,30 m	− 0,60 m	− 0,90 m	− 1,20 m	Bemerkung
I	Grössere 87	1,3°	1,8[1]	2,1°	1,9°	2,7°	3,5°	4,4°	0,60 m
	Kleinere 72	− 2,4	− 0,3°	0,0	0,5[1]	1,3[1]	2,1[1]	3,3[1]	I. 1,3° ohne, 1,5° mit 1 0,8° Mitt
	Differenz 15	+ 3,7	+ 2,1[1]	+ 2,1	+ 1,4[1]	+ 1,4[1]	+ 1,4[1]	+ 1,1[1]	
II	Grössere 79	1,7	2,4	1,9	2,0[1]	2,3	2,7	3,5	
	Kleinere 56	0,2	0,3	0,2	0,8[1]	1,3[1]	2,0[1]	3,0[1]	II. 1,8° ohne 1,4° mit 1 1,0° Mitte
	Differenz 23	+ 1,5	+ 2,1	+ 1,7	+ 1,2[1]	+ 1,0[1]	+ 0,7[1]	+ 0,5[1]	
III	Grössere 78	3,0	2,5	1,6	2,0	2,1[1]	2,2[1]	2,8[1]	III. 2,1 ohne 2,3 mit 1 2,0° Mitte
	Kleinere 63	4,0	5,0	3,9	3,7[1]	3,9	4,1	4,4	
	Differenz 15	− 1,0	− 2,5	− 2,3	− 1,7	− 1,8[1]	− 1,9[1]	− 1,6[1]	
IV	Grössere 75	7,0	8,6	6,5	6,5	6,3	5,7	5,5	
	Kleinere 62	9,0	10,0	8,1	7,7	7,2	6,3	5,9	
	Differenz 13	− 2,0	− 1,4	− 1,6	− 1,2	− 0,9	− 0,6	− 0,4	
V	Grössere 75	12,4	14,4	12,1	11,6	10,8	9,9	9,0	
	Kleinere 58	13,2	16,2	13,5	12,7	11,6	10,4	9,4	
	Differenz 17	− 0,8	− 1,8	− 1,4	− 1,1	− 0,8	− 0,5	− 0,4	
VI	Grössere 75	15,1	18,6	15,7	14,9	14,1	13,1	12,2	
	Kleinere 55	16,6	20,7	16,9	16,0	14,8	13,8	12,6	
	Differenz 20	− 1,5	− 2,1	− 1,2	− 1,1	− 0,7	− 0,7	− 0,4	
VII	Grössere 77	16,1	18,8	17,0	16,3	16,1	15,2	14,4	
	Kleinere 56	18,3	22,2	18,9	18,2	17,3	16,2	15,0	
	Differenz 21	− 2,2	− 3,4	− 1,9	− 1,9	− 1,2	− 1,0	− 0,6	
VIII	Grössere 72	16,0	17,9	16,4	15,9	15,9	14,4	14,9	
	Kleinere 55	17,2	19,4	17,5	16,8	16,6	16,1	15,3	
	Differenz 17	− 1,2	− 1,5	− 1,1	− 0,9	− 0,7	− 0,7	− 0,4	
IX	Grössere 73	13,4	14,8	13,9	13,6	14,2	14,2	14,2	
	Kleinere 58	14,8	16,4	14,7	14,7	14,9	14,8	14,6	
	Differenz 15	− 1,4	− 1,6	− 0,8	− 1,1	− 0,7	− 0,6	− 0,4	
X	Grössere 84	7,8	9,5	9,3	8,9	10,1	11,0	11,6	
	Kleinere 66	9,2	9,9	9,7	9,7	10,7	11,3	11,9	
	Differenz 18	− 1,4	− 0,4	− 0,4	− 0,8	− 0,6	− 0,3	− 0,3	
XI	Grössere 88	4,3	5,2	5,6	5,4	6,4	7,2	8,2	
	Kleinere 80	3,6	4,9	5,1	5,1	6,6	7,6	8,7	
	Differenz 8	+ 0,7	+ 0,3	+ 0,5	+ 0,3	− 0,2	− 0,4	− 0,5	
XII	Grössere 93	0,4	2,0	2,4	2,3	3,3	4,4	5,4	
	Kleinere 75	− 0,8	1,2	1,7	2,1	3,1	4,2	5,5	
	Differenz 18	+ 1,2	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,2	− 0,1	
Jahr	Grössere 73	8,2	9,8	8,8	8,7	9,1[1]	8,8[1]	8,9[1]	
	Kleinere 69	8,6	10,4	9,1	8,9	9,0	9,0	9,1	
	Differenz 4	− 0,4	− 0,6	− 0,3	− 0,2	+ 0,1[1]	− 0,2[1]	− 0,2[1]	

[1] interpolirt.

Digitized by Google

Hagenau.

Monat	Bewölkung	Temperatur. +1,5m	0 m	−0,15m	−0,30m	−0,60m	−0,90m	−1,20m
I	Grössere 90	1,6°	1,8°	1,9°	2,3°	3,4°	4,3°	5,2[1]
	Kleinere 72	− 2,4	− 1,3	− 1,1	− 0,3	1,2	2,5	3,5[1]
	Differenz 18	+ 4,0	+ 3,1	+ 3,0	+ 2,6	+ 2,2	+ 1,8	+ 1,7[1]
II	Grössere 83	2,4	2,3	1,9	2,0	2,8	3,4	4,3[1]
	Kleinere 55	0,5	− 0,2	− 0,2	0,3	1,3	2,3	3,0[1]
	Differenz 28	+ 1,9	+ 2,5	+ 2,1	+ 1,7	+ 1,5	+ 1,1	+ 1,3[1]
III	Grössere 79	3,9	3,2	2,6	2,4	2,8	3,1	3,6[1]
	Kleinere 63	5,4	5,0	4,1	4,1	4,7	4,9	5,6[1]
	Differenz 16	− 1,5	− 1,8	− 1,5	− 1,7	− 1,9	− 1,8	− 2,0[1]
IV	Grössere 76	8,4	9,1	7,9	7,3	7,3	7,0	6,8[1]
	Kleinere 62	10,5	11,1	9,2	8,4	8,5	8,0	8,0[1]
	Differenz 14	− 2,1	− 2,0	− 1,3	− 1,1	− 1,2	− 1,0	− 1,2[1]
V	Grössere 77	14,2	15,6	13,7	12,7	12,4	11,4	10,6[1]
	Kleinere 56	14,7[1]	16,9	14,8	13,6	13,1	12,0	11,0[1]
	Differenz 21	− 0,5[1]	− 1,3	− 1,1	− 0,9	− 0,7	− 0,6	− 0,4[1]
VI	Grössere 76	17,4[1]	19,0	17,2	16,2	15,7	14,9	13,7[1]
	Kleinere 57	18,4	22,3	19,5	17,9	17,3	15,9	12,0[1]
	Differenz 19	− 1,0[1]	− 3,3	− 2,3	− 1,7	− 1,6	− 1,0	− 1,7[1]
VII	Grössere 78	17,8	20,1	18,5	17,8	17,7	16,9	16,0
	Kleinere 57	19,8	22,9	20,1	18,8	18,5	17,3	16,3
	Differenz 21	− 2,0	− 2,8	− 1,6	− 1,0	− 0,8	− 0,4	− 0,3
VIII	Grössere 70	17,8	19,1	17,5	17,1	17,3	16,8	16,3
	Kleinere 55	18,1	19,9	17,7	17,2	17,4	16,9	16,6
	Differenz 15	− 0,3	− 0,8	− 0,2	− 0,1	− 0,1	− 0,1	− 0,3
IX	Grössere 73	14,2	15,4[1]	14,0	14,6	14,9	15,1	15,2
	Kleinere 52	15,8	15,8	14,7	14,5	15,2	15,3	15,2
	Differenz 21	− 1,6	− 0,4[1]	− 0,7	+ 0,1	− 0,3	− 0,2	0,0
X	Grössere 85	9,3	10,1	9,9	10,1	11,4	12,0	12,6
	Kleinere 69	9,2	9,0	8,7	9,1	10,6	11,7	12,2
	Differenz 16	+ 0,1	+ 1,1	+ 1,2	+ 1,0	+ 0,8	+ 0,3	− 0,4
XI	Grössere 90	5,2	5,3	5,0[1]	5,8	7,2	8,3	9,1
	Kleinere 80	3,9	4,8	4,9	5,5	7,1	8,3	9,2
	Differenz 10	+ 1,3	+ 0,5	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,1	0,0	− 0,1
XII	Grössere 92	1,2	2,0	2,3	2,8	4,1	5,3	6,2[1]
	Kleinere 76	− 0,5	1,1	1,3	2,1	3,8	5,1	6,1[1]
	Differenz 16	+ 1,7	+ 0,9	+ 1,0	+ 0,7	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1[1]
Jahr	Grössere 75	9,6	10,5	9,5	9,4	9,9	10,0	10,1[1]
	Kleinere 69	9,3	10,4[1]	9,3	9,1	9,7	9,8	9,9[1]
	Differenz 6	+ 0,3	+ 0,1[1]	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,2[1]

[1] interpolirt.

Digitized by Google

2. Der Ueberschuss der Lufttemperatur bei stärkerer Bewölkung nimmt mit zunehmender Seehöhe ab, der bei geringerer Bewölkung jedoch zu.

Lufttemperaturdifferenzen bei grösserer und kleinerer Bewölkung.

Monat	I. Hagenau	II. Neumath	III. Melkerei	I.—II.	II.—III.
Januar	4,0	3,7	0,4	0,3	3,3
Februar	1,9	1,5	0,5	0,4	1,0
März	— 1,5	— 1,0	— 1,4	0,5	— 0,4
April	— 2,1	— 2,0	— 1,7	0,1	0,3
Mai	— 0,5	— 0,8	— 0,9	— 0,3	— 0,1
Juni	— 1,0	— 1,5	— 1,2	— 0,5	0,3
Juli	— 2,0	— 2,2	— 2,5	— 0,2	— 0,3
August	— 0,3	— 1,2	— 1,3	— 0,9	— 0,1
September	— 1,6	— 1,4	— 2,4	0,2	— 1,0
October	0,1	— 1,4	— 2,0	1,5	0,6
November	1,3	0,7	— 0,3	0,6	1,0
December	1,7	1,2	— 0,2	0,5	1,4
Jahr	0,3	— 0,4	0,1	0,7	— 0,5

Diese Erscheinung ist aus unseren Bewölkungsverhältnissen leicht zu erklären. Mit wachsender Seehöhe nimmt allgemein die mittlere Bewölkung ab. Es wird daher im Sommer die dünnere Wolkendecke ihren Einfluss im Hochboden ganz besonders geltend machen; im Januar und Februar dagegen wird die stärkere Wolkendecke die tiefer gelegenen Böden mehr gegen Ausstrahlung zu schützen vermögen.

b) Der Einfluss der Bewölkung auf den Boden

muss, jedenfalls für die oberen Schichten, erheblicher sein wie auf die Luft, da ja die Sonne in erster Linie auf die Bodenoberfläche wirkt.

Temperaturdifferenzen der Bodenoberfläche und der Luft bei grösserer und kleinerer Bewölkung.

Monat	Grössere Bewölkung			Kleinere Bewölkung		
	Hagenau	Neumath	Melkerei	Hagenau	Neumath	Melkerei
Januar	0,2	0,5	0,7	1,1	2,1	0,8
Februar	— 0,1	0,7	0,4	— 0,7	0,1	0,3
März	— 0,7	— 0,5	0,4	— 0,4	1,0	0,2
April	0,7	1,6	— 0,1	0,6	1,0	0,4
Mai	1,4	2,0	1,3	2,1	3,0	2,5
Juni	1,6	3,5	2,5	3,9	4,1	3,1
Juli	2,3	2,7	2,3	3,1	3,9	2,8
August	1,3	1,9	2,5	1,8	2,2	2,3
September	1,2	1,4	1,9	0,0	1,6	1,3
October	0,8	1,7	1,5	— 0,2	0,7	0,7
November	0,1	0,9	1,2	0,9	1,3	0,6
December	0,8	1,6	1,9	1,6	2,0	1,4
Jahr	0,9	1,6	1,3	1,1	1,8	1,4

Digitized by Google

1. Bei grösserer Bewölkung wie auch bei geringerer Wolkendecke ist der Einfluss der Sonnenstrahlung auf den Boden im Winter am geringsten. Der Boden wird durch die Schneedecke, durch Reifbildung u. s. w. vor Ausstrahlung geschützt. Auch noch im Frühjahr ist der Einfluss gering, da wohl die stärkere Bewölkung den Boden vor Ausstrahlung schützt, die Intensität der Strahlung aber noch nicht sehr stark ist.
2. Bei geringerer Bewölkung erhöht sich die Temperatur des Bodens gegen die Luft im Jahresmittel mehr wie bei stärkerer Wolkendecke.
3. Mit steigender Seehöhe erhöht sich bei grösserer Bewölkung die Temperatur des Bodens gegen die Luft im ganzen Jahre bis auf die Frühlingsmonate, bei geringerer Wolkendecke dagegen nur im Frühjahr und Herbst.
4. Der Einfluss der Bewölkung macht sich in allen Monaten nach der Tiefe des Bodens hin bemerklich. Mit zunehmender Bodentiefe nimmt er ab. Er ist geringer in der Hochebene und in Gebirgsböden als in der Ebene. Im Sommer und Frühjahr ist der Einfluss am grössten, im Winter am kleinsten.

In den Frühlings- und Sommermonaten ist nach diesen Zahlen bei geringerer Wolkendecke eine höhere Temperatur in allen Schichten, im Winter dagegen eine niedrigere. Wir erkennen auch, dass mit zunehmender Seehöhe bei geringerer Bewölkung fast in allen Monaten und Tiefenschichten eine höhere Temperatur herrscht.

Ich habe nun die Unterschiede der Differenzen der Temperaturen bei grösserer und kleinerer Bewölkung für die einzelnen Beobachtungsstationen gebildet und gefunden:

4ª. Der Einfluss der Bewölkung auf die Temperatur des Bodens ist im Winter und Juni im Thalboden erheblicher wie im Gebirgsboden, in den übrigen Monaten dagegen im Gebirgsboden bedeutender.

Wir haben in der Bodenschicht 1,20 m noch den Einfluss der Bewölkung auf die Temperatur nachweisen können. Man hätte erwarten können, dass dies nicht der Fall sei. Denn wir haben gezeigt, dass die Extreme und Media in dieser Schicht gegen die Oberfläche eine Verspätung von rund einem Monat haben. Dass aber dennoch der Einfluss der Bewölkung in den tieferen Schichten zu verspüren ist, mag entweder von der beträchtlichen Wärmeleitung durch die Thermometer selbst oder daher kommen, dass eine ähnliche Bewölkungsgrösse in den vorhergehenden Monaten bestand.

5. Die Grösse der Leitungsfähigkeit des Bodens hängt von der Bewölkung ab.

Um diesen Satz zu beweisen, wurden die Differenzen der Temperaturwerthe der einzelnen Schichten bei grösserer und kleinerer Wolkendecke gebildet.

Bei geringerer Bewölkung sind für alle Höhenlagen zu jeder Jahreszeit und in allen Tiefen die verticalen Temperaturunterschiede grösser als bei stärkerer Bewölkung, d. h. bei grösserer Bewölkung

Digitized by Google

Differenz der Temperaturen bei grösserer und kleinerer Bewölkung.

Monat	Hagenau						Neumath						Melkerei					
	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20	m 0	m 0,15	m 0,30	m 0,60	m 0,90	m 1,20
I	3,1	3,0	2,6	2,2	1,8	1,7	2,1	2,1	1,4	1,4	1,4	1,1	0,3	0,0	0,0	— 0,1	— 0,2	— 0,2
II	2,5	2,1	1,7	1,5	1,1	1,3	2,1	1,7	1,2	1,0	0,7	0,5	0,6	0,2	0,3	— 0,2	— 0,2	— 0,4
III	— 1,8	— 1,5	— 1,7	— 1,9	— 1,8	— 2,0	— 2,5	— 2,3	— 1,7	— 1,8	— 1,9	— 1,6	— 1,2	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,1
IV	— 2,0	— 1,3	— 1,1	— 1,2	— 1,0	— 1,2	— 1,4	— 1,6	— 1,2	— 0,9	— 0,6	— 0,4	— 2,2	— 1,9	— 2,0	— 1,5	— 1,0	— 0,6
V	— 1,3	— 1,1	— 0,9	— 0,7	— 0,6	— 0,4	— 1,8	— 1,4	— 1,1	— 0,8	— 0,5	— 0,4	— 2,1	— 1,2	— 1,3	— 1,1	— 0,7	— 0,7
VI	— 3,3	— 2,3	— 1,7	— 1,6	— 1,0	— 1,7	— 2,1	— 1,2	— 1,1	— 0,7	— 0,7	— 0,4	— 1,8	— 0,9	— 0,8	— 0,2	0,2	0,2
VII	— 2,8	— 1,6	— 1,0	— 0,8	— 0,4	— 0,3	— 3,4	— 1,9	— 1,9	— 1,2	— 1,0	— 0,6	— 3,0	— 1,8	— 1,7	— 1,2	— 0,9	— 0,3
VIII	— 0,8	— 0,2	— 0,1	— 0,1	— 0,1	— 0,3	— 1,5	— 1,1	— 0,9	— 0,7	— 0,7	— 0,4	— 1,1	— 0,9	— 0,8	— 0,8	— 0,7	— 0,4
IX	— 0,4	— 0,7	0,1	— 0,3	— 0,2	0,0	— 1,6	— 0,8	— 1,1	— 0,7	— 0,6	— 0,4	— 1,8	— 0,7	— 1,2	— 0,5	— 0,4	— 0,1
X	1,1	1,2	1,0	0,8	0,3	0,4	— 0,4	— 0,4	— 0,8	— 0,6	— 0,3	— 0,3	— 1,2	— 0,7	— 1,4	— 0,9	— 0,6	— 0,6
XI	0,5	0,1	0,3	0,1	0,0	— 0,1	0,3	0,5	0,3	— 0,2	— 0,4	— 0,5	0,3	0,2	0,5	0,1	— 0,1	— 0,0
XII	0,9	1,0	0,7	0,3	0,2	0,1	0,8	0,7	0,2	0,2	0,2	— 0,1	0,3	0,3	0,0	— 0,3	— 0,4	— 0,3
Jahr	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	— 0,6	— 0,3	— 0,2	0,1	— 0,2	— 0,2	— 0,1	— 0,1	0,0	0,0	— 0,2	0,1

Digitized by Google

Differenzen der Temperaturen von Schicht zu Schicht.

Hagenau.

Monat	Grössere Bewölkung (A)						Kleinere Bewölkung (B)						B—A					
	m 0 bis 0,15	m 0,15 bis 0,30	m 0,30 bis 0,60	m 0,60 bis 0,90	m 0,90 bis 1,20	m 0 bis 1,20	m 0 bis 0,15	m 0,15 bis 0,30	m 0,30 bis 0,60	m 0,60 bis 0,90	m 0,90 bis 1,20	m 0 bis 1,20	m 0 bis 0,15	m 0,15 bis 0,30	m 0,30 bis 0,60	m 0,60 bis 0,90	m 0,90 bis 1,20	m 0 bis 1,20
I	— 0,1	— 0,4	— 1,1	— 0,9	— 0,9	— 3,4	— 0,2	— 0,8	— 1,5	— 1,3	— 1,0	— 4,8	0,1	0,4	0,4	0,4	0,1	1,4
II	0,4	— 0,1	— 0,8	— 0,6	— 0,9	— 2,0	0,0	— 0,5	— 1,0	— 1,0	— 0,7	— 3,2	— 0,4	0,4	0,2	0,4	— 0,2	1,2
III	0,6	0,2	— 0,4	— 0,3	— 0,5	— 0,4	0,9	0,0	— 0,6	— 0,2	— 0,7	— 0,6	0,3	— 0,2	0,2	— 0,1	0,2	0,2
IV	1,2	0,6	0,0	0,3	0,2	2,3	1,9	0,8	— 0,1	0,5	0,0	3,1	0,7	0,2	0,1	0,2	— 0,2	0,8
V	1,9	1,0	0,3	1,0	0,8	5,0	2,1	1,2	0,5	1,1	1,0	5,9	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,9
VI	1,8	1,0	0,5	0,8	1,2	5,3	2,8	1,6	0,6	1,4	3,9	10,3	1,0	0,6	0,1	0,6	2,7	5,0
VII	1,6	0,7	0,1	0,8	0,9	4,1	2,8	1,3	0,3	1,2	1,0	6,6	1,2	0,6	0,2	0,4	0,1	2,5
VIII	1,6	0,4	— 0,2	0,5	0,5	2,8	2,2	0,5	— 0,2	0,5	0,3	3,3	0,6	0,1	0,0	0,0	— 0,2	0,5
IX	1,4	— 0,6	— 0,3	— 0,2	— 0,1	0,2	1,1	0,2	— 0,7	— 0,1	0,1	0,6	— 0,3	0,8	0,4	— 0,1	0,2	0,4
X	0,2	— 0,2	— 1,3	— 0,6	— 0,6	— 2,5	0,3	— 0,4	— 1,5	— 1,1	— 0,5	— 3,2	0,1	0,2	0,2	0,5	— 0,1	0,7
XI	0,3	— 0,8	— 1,4	— 1,1	— 0,8	— 3,8	— 0,1	— 0,6	— 1,6	— 1,2	— 0,9	— 4,4	0,4	— 0,2	0,2	0,1	0,1	0,6
XII	— 0,3	— 0,5	— 1,3	— 1,2	— 0,9	— 4,2	— 0,2	— 0,8	— 1,7	— 1,3	— 1,0	— 5,0	— 0,1	0,3	0,4	0,1	0,1	0,8
Jahr	1,0	0,1	— 0,5	— 0,1	— 0,1	0,4	1,1	0,2	— 0,6	— 0,2	0,0	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Digitized by Google

ist der Boden ein besserer Wärmeleiter als bei schwacher Bewölkung.

Es möge genügen, die Tabelle für Hagenau hier anzugeben (S. 255).

Bei der grösseren Bewölkung gleicht die bessere Wärmeleitungsfähigkeit des Bodens die verticalen Temperaturunterschiede schneller aus. Diese werden also klein. Dagegen werden bei kleiner Wolkendecke die Wärmeunterschiede nicht so schnell ausgeglichen, wodurch die ziffernmässig ausgedrückten Temperaturdifferenzen grösser werden.

Die Erklärung ist in dem Wassergehalt des Bodens zu suchen, welcher ein um so besserer Wärmeleiter ist, um so wasserreicher er ist. Bei grösserer Bewölkung ist die Verdunstung eine kleinere, dagegen sind die Niederschläge reichlicher. Infolge davon ist bei grösserer Bewölkung der Boden wasserreicher, also ein besserer Wärmeleiter.

Um diese Behauptung aus unserem Zahlenmaterial ziffernmässig zu beweisen, habe ich für die Jahre mit grösserer und kleinerer Bewölkung (Tabelle p. 246) die Verdunstungsgrösse, relative Feuchtigkeit der Luft und die Niederschlagssummen berechnet.

Hagenau.

Monat	Mittlere monatliche Niederschläge in mm			Verdunstungsgrösse			Relative Feuchtigkeit der Luft in Procenten $^0/_{00}$		
	Bewölkung grosse I	kleine II	I—II	I	II	I—II	I	II	I—II
I	48,0	17,6	30,4	11,4	7,2	4,2	89	92	— 3
II	51,2	14,1	37,1	12,4	11,9	0,5	85	84	1
III	75,3	48,8	26,5	16,7	26,8	— 10,1	81	75	6
IV	38,1	39,9	— 1,8	33,4	46,1	— 12,7	68	64	4
V	85,2	58,9	26,3	42,1	47,4	— 5,3	73	65	8
VI	111,7	60,9	50,8	40,9	61,4	— 20,5	73	65	8
VII	118,5	78,3	40,2	41,3	57,7	— 16,4	75	67	8
VIII	63,0	62,1	0,9	43,1	51,1	— 8,0	72	70	2
IX	90,1	41,6	48,5	25,8	32,3	— 6,5	80	76	4
X	75,7	55,4	20,3	15,7	16,7	— 1,0	86	83	3
XI	78,1	49,5	28,6	10,9	8,6	2,3	88	88	0
XII	92,5	39,6	52,9	6,5	5,3	1,2	91	92	— 1

Die Berechnung wurde eingehend nur für Hagenau ausgeführt; eine Ueberschlagsrechnung ergab, dass die beiden anderen Stationen keine bedeutenden Abweichungen zeigen. Vorstehende Zahlen beweisen, dass die kleinere Bewölkung auch mit einem kleineren Wassergehalt des Bodens verknüpft ist.

Im Juni und Juli haben wir die grössten Differenzen in den Niederschlagssummen und die Verdunstungsgrösse; andererseits auch die grössten Temperaturdifferenzen des Bodens bei grösserer und kleinerer Bewölkung.

Digitized by Google

Es bliebe noch zu untersuchen, um wie viel die Temperaturdifferenzen in den oberen Schichten mächtiger sind als in den unteren, einmal bei grösserer, dann bei kleinerer Bewölkung.

Hagenau.

Monat	Grössere Bewölkung			Kleinere Bewölkung		
	(0—0,15) bis (0,15—0,30) a	(0—0,30) bis (0,30—0,60) b	(0,30—0,60) bis (0,60—0,90) c	a^1	b^1	c^1
I . . .	0,3	0,6	— 0,2	0,6	0,5	— 0,2
II . . .	0,5	1,1	— 0,2	0,5	0,5	0,0
III . . .	0,4	1,2	— 0,1	0,9	1,5	— 0,4
IV . . .	0,6	1,8	— 0,3	1,1	2,6	— 0,6
V . . .	0,9	2,6	— 0,7	0,9	2,8	— 0,6
VI . . .	0,8	2,3	— 0,3	1,2	3,8	— 0,8
VII . . .	0,9	2,2	— 0,7	1,5	3,8	— 0,9
VIII . . .	1,2	2,2	— 0,7	1,7	2,9	— 0,7
IX . . .	2,0	1,1	— 0,1	0,9	2,0	— 0,6
X . . .	0,4	1,3	— 0,7	0,7	1,4	— 0,4
XI . . .	1.1	0,9	— 0,3	0,5	0,9	— 0,4
XII . . .	0,2	0,5	— 0,1	0,6	0,7	— 0,4

Die Zahlenreihen a) a^1) geben an, um wie viel die Temperaturunterschiede in der obersten Schicht von 15 cm Mächtigkeit grösser sind als in der Schicht zwischen 15 cm und 30 cm; die Reihen b) b^1) dieselben Beziehungen zwischen 0 und 30 cm und 30 bis 60 cm, die Reihen c) c^1) zwischen 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm.

Die Berechnungen wurden nur für Hagenau ausgeführt. Für Neumath und Melkerei lehrt ein Blick auf die Tabellen p. 254, dass wir dieselben Resultate erhalten würden.

Bei grösserer Bewölkung sind die Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Schichten kleiner als bei geringerer Bewölkung.

Aus Tabelle 17 ist ersichtlich, dass bei grösserer Bewölkung in den Wintermonaten das Monatsmittel nicht unter 0^0 sinkt. Die Einzelbeobachtungen, welche ich hier nicht wiedergeben kann, deuten darauf hin, dass Frost nur bei geringer Bewölkung auftritt[1].

In Vorstehendem wurde eingehend erörtert, dass bei bedecktem Himmel die Temperatur nicht so tief sinkt, wie bei klarer Luft. John Tyndall[2] hat darauf aufmerksam gemacht, dass diese Eigenschaft der Wolken, die Ausstrahlung der Bodenwärme in den Weltenraum zu verhindern, nicht nur dem in tropfbar flüssiger Form als

[1] Selim Lemström, Ueber Nachtfröste und die Mittel, den Verheerungen derselben vorzubeugen. Helsingfors 1893.

[2] John Tyndall, Zur Wärmestrahlung der Erde. Nature 1883. XXVII. p. 377. (Note on Terrestrial Radiation.)

Digitized by Google

Wolken und Nebeln in der Luft vorhandenen Wasser zukomme, „dass auch der gasförmige und unsichtbare, in unserer Atmosphäre nie fehlende Wasserdampf in verhältnissmässig hohem Grade im Stande sei, der Wärmeausstrahlung und damit der Abkühlung der Erde entgegenzuwirken."

2. Der Einfluss der Niederschläge.

Aus den Publicationen der forstlich-meteorologischen Stationen von Elsass-Lothringen habe ich die Niederschlagssummen und Verdunstungsgrössen für unsere drei Beobachtungsstationen in extenso entnommen und aus diesen Zahlen die zehnjährigen Mittel berechnet (cf. p. 202 u. 207). Von diesen Werthen wurde in vorstehenden Untersuchungen zum Theil schon Gebrauch gemacht.

Ich beschränke mich in Folgendem darauf, nachzutragen, was für unsere Arbeit noch von Interesse sein dürfte.

1. Die Niederschläge auf freiem Felde sind in allen Monaten reichlicher wie im Walde[1].
2. Die Menge der Niederschläge nimmt mit der Erhebung zu[2].
3. Das Maximum der Niederschläge liegt im Juli, das Minimum im Februar[3].

Einzeluntersuchungen über den Einfluss der Niederschläge auf die Temperatur des Bodens kann ich nicht anstellen, da das mir zur Verfügung stehende Beobachtungsmaterial dazu unzulänglich ist. Ich verweise zur Begründung auf Leyst[4], welcher auf Grund zahlreicher Messungen zu dem Schlusse kam: „Zur Darstellung des mittleren und jährlichen Ganges der Temperatur im Erdboden ist es wohl ausreichend, in den obersten Tiefen stündlich und in den nächstfolgenden Tiefen zweistündlich die Beobachtungen auszuführen; doch bei Untersuchungen in speciellen Fällen hat es sich herausgestellt, dass diese Termine nicht ausreichend sind."

Grössere Veränderungen in der Bodenwärme nach heftigen Regengüssen, nach kalten Nächten, Rauhfrost und Reif sind wohl in unserem Beobachtungsmaterial zum Ausdruck gelangt, lassen sich

---

[1] cf. Fautrat und Sartiaux (Biedermann, l. c. Bd. 7. p. 2; Bd. 8. p. 73; 218; Bd. 10. p. 321). Johnen und Breitenlohner (Centralblatt für das gesammte Forstwesen. 1877. p. 325) machen übrigens darauf aufmerksam, dass Niederschlag und Verdunstung von der Durchforstung und Lichtung des Waldes abhängen. Die in Wirklichkeit dem Waldboden zugeführten Niederschlagsmengen sind jedenfalls grösser als die aufgezeichneten, da ja die an den Aesten und Stämmen der Bäume herabfliessenden Wassermengen nicht gemessen werden.

[2] cf. Centralblatt, l. c. 1878. p. 258. Ueber die Abhängigkeit der Niederschläge von der Seehöhe, Himmelsrichtung und Oberfläche einer Gegend.

[3] Nach Fautrat: Influence comparée des bois feuillus et des bois résineux sur la pluie et sur l'état hygrométrique de l'air. Comptes rendus 1877. 85. Bd. p. 340 — hängt die Menge der Niederschläge im Walde von dem Baumbestand ab. Fichtenbestände sollen einen grösseren Einfluss auf den Wassergehalt der Luft haben.

[4] Leyst, Bodentemperatur in Pawlowsk. l. c. p. 309.

Digitized by Google

aber nicht verfolgen[1]. Aus dem Vergleich der mittleren monatlichen Niederschlagssummen und den mittleren monatlichen Bodentemperaturen ergiebt sich:

4. Die Extreme der Bodentemperaturen fallen zusammen mit den Extremen der Niederschlagssummen.
5. Die niedrigeren Temperaturen im Waldboden entsprechen den geringeren Niederschlagsmengen im Walde.
6. Auf die Temperaturen der unteren Bodenschichten der Krume hat das Sickerwasser einen bedeutenden Einfluss.

Je nach dem Material des Bodens[2] wird das Niederschlagswasser langsamer oder schneller durchsickern und dadurch weniger oder mehr die eine oder die andere Schicht in ihrer Wärmeleitungsfähigkeit beeinflussen. Dieser Ausgleich hängt von dem Condensations- und Absorptionsvermögen[3] des Bodens ab. So ist nach Farsky[4] das Condensationsvermögen für Wasserdämpfe um so grösser, je thonhaltiger die Erde ist. Die Oberfläche condensirt am meisten, nach der Tiefe nimmt die Condensationsfähigkeit immer mehr ab[5]. Hagenau mit seinem reichen Thonboden, ebenso Neumath, bestätigen dies. Nach heftigen Regengüssen stossen wir schon in geringer Tiefe auf Grundwasser. Die relativ hohen Bodentemperaturen in grösseren Tiefen bei Neumath müssen zum grossen Theil von dem gut durchfeuchteten Boden herrühren. Ich verweise hier auf Untersuchungen von M. und E. Becquerel. Dieselben haben gefunden, dass in einer Tiefe zwischen 16 und 26 m, wo unter normalen Umständen die Jahresamplitude der Temperatur wenige Grad beträgt, in Folge von Grundwasser Temperaturen veranlasst wurden, welche nahezu den Schwankungen der Lufttemperaturen folgten[6]. Hagenau mit seinem stark aufgelockerten Boden zeigt trotz der Grundwasserschwankungen einen regelmässigeren Gang. Dies rührt davon her, dass das Grundwasser anhaltender zurückgehalten wird. Wo überhaupt, wie bei Hagenau, Diluvialboden die Erde auf grössere

---

[1] Nach starkem Regen konnte z. B. ein Anschwellen der Oberflächentemperatur in einzelnen Fällen nachgewiesen werden. Einzeluntersuchungen darüber hat Stellwaag (l. c. Wollny 1882) angestellt und gefunden, dass die Erwärmung um so heftiger war, je höher die Temperatur der Luft und je feiner und trockener die Bodentheilchen waren.

[2] Wollny, Ueber Temperatur und Verdunstung des Wassers in verschiedenen Bodenarten und den Einfluss des Wassers auf die Bodentemperatur. 1876.

[3] Heinrich, Die Absorptionsfähigkeit des Bodens für Wasserdampf. Biedermann, l. c. XII. 1877. p. 16. Referat aus: Landwirthsch. Annalen des Mecklenburgischen patriot. Vereins. 15. Jahrg. 1876.

[4] Farsky, Prager landwirthschaftliches Wochenblatt. 1877. No. 5. p. 35; 39. No. 6. p. 47. No. 7. p. 57. No. 8. p. 69. cf. Biederm. XII. 1877.

[5] W. Knop, Landwirthschaftliche Versuchsstationen. 4. Bd. p. 301, beweist, dass dem Boden durch Condensation weit mehr Wasser zugeführt wird als durch Regen.

[6] M. Becquerel und E. Becquerel, Comptes rendus 1877. 84. Bd. p. 515. Observations de température faites au Muséum d'Histoire naturelle pendant l'année 1876 etc. Comptes rendus 1878. 86. Bd. p. 1222. Sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre à 36 mètres de profondeurs etc.

Digitized by Google

Strecken bedeckt, wird stets das Wasser gleichmässiger zurückgehalten[1].

Genauere Beobachtungsreihen über die Schwankungen des Grundwasserstandes stehen mir nicht zur Verfügung. Es ist aber unbedingt nöthig, dass dessen Bewegungen gleichzeitig mit der Bodentemperatur beobachtet werden, denn die Wärmevertheilung in den Schichten, wo abwechselnd Grundwasser vorhanden ist oder nicht, hängt zu sehr von diesem Factor ab.

VII. Schluss.

Im Laufe unserer Abhandlung wurde an verschiedenen Stellen betont, dass für die Beobachtung und Bearbeitung der Bodentemperaturen nicht der mathematisch-physikalische Standpunkt, wohl aber der geophysikalische der maassgebende sein muss. Dieser zeichnet Beobachtung und Bearbeitung bestimmte Ziele vor. Die Vergleichbarkeit der Beobachtungen an allen Erdorten ist der wichtigsten eines. Für unsere drei Stationen war eine solche durchführbar, denn Beobachtung und Verarbeitung erfolgten nach einheitlichen Principien.

Die Messungen an den forstlich-meteorologischen Stationen in Preussen, Sachsen u. s. w. erfolgen überall im gleichen Sinne, doch liegen Bearbeitungen derselben nur ganz vereinzelt vor. Wir waren daher nicht im Stande ein grösseres Vergleichsmaterial heranzuziehen. Aber erst durch den Vergleich der in einem engmaschigen Netze meteorologischer Stationen unter denselben Voraussetzungen gewonnenen Werthe werden wir befähigt sämmtliche, meteorologische Vorgänge im Erdboden zu erkennen und auf ihre Ursachen zurückzuführen.

Es sollten daher die Beobachtungen durchgängig in einheitlicher Weise ausgeführt werden. Unbedingt nothwendig ist, dass die Thermometeraufstellung überall dieselbe sei. Auf dem internationalen Meteorologencongress in Wien im Jahre 1873 wurde die Frage[2]: „Welche Apparate sind zur Beobachtung der Bodentemperaturen vorzuziehen?“ dahin beantwortet[3], „dass die Lamont'sche Methode mit der Anwendung einer hölzernen Röhre zuverlässigere Resultate giebt, als die Thermometer mit langen Röhren, die über den Boden hinausreichen.“

Mehrere europäische meteorologische Observatorien ersten Ranges, darunter auch die im April 1891 eingegangene Station

---

[1] Soyka, Die Schwankungen des Grundwassers in Penck, Geogr. Abhandlungen. II. 1887. Wien 1888. p. 413. Wollny, Der Einfluss der atmosphärischen Niederschläge auf die Grundwasserstände im Boden. 1891. Bd. 14. p. 335. King, Ueber die Bewegung des Wassers im Boden: Sixth annual report of the Agric. Experiment Station of the University of Wisconsin. Madison 1889. p. 189. Biederm. l. c. 19. 1890. p. 505.

[2] Bericht über die Verhandlungen des Internationalen Meteorologencongresses zu Wien. Wien 1873. p. 38.

[3] l. c. p. 27.

Digitized by Google

Königsberg[1], besitzen noch durchgehende Thermometer. Es wäre ungemein wünschenswerth, wenn allenthalben dieselben durch neue LAMONT'sche ersetzt würden. Ich betone dies aus dem Grunde, weil die zur Zeit wichtigste Frage in der Behandlung der Bodentemperaturen über die verticale Vertheilung der Wärme im Erdboden innig damit zusammenhängt. BRUHNS[2] hat nämlich nachgewiesen, dass die Ablesungen an durchgehenden und kurzen Thermometern beträchtliche Unterschiede aufweisen. Die durchgehenden Thermometer ergeben im Winter niedrigere, im Sommer höhere Temperaturen als die kurzen in denselben Tiefen; es sind daher die Jahresamplituden nach den durchgehenden Thermometern grösser als nach den kurzen[3].

Wenn es sich nun darum handelt zu entscheiden, ob die Temperatur mit wachsender Tiefe zunimmt oder abnimmt, und in welchem Betrage, so ist bei den sehr kleinen hier betrachteten Differenzen die Art des Thermometers von grosser Wichtigkeit. Denn die Unterschiede der mittleren Jahrestemperaturen in verschiedenen Tiefen sind nicht gross; es kann daher die Aufstellung und Art der Thermometer die Temperaturunterschiede in verticaler Richtung nicht allein verdecken, sondern geradezu umkehren. Und in der That! An einer Reihe von Orten sind Zunahmen, an einer anderen Abnahmen der Temperatur mit wachsender Tiefe gefunden worden.

Unsere Thermometer waren kurze. Es wurde gefunden: Mit zunehmender Tiefe nehmen die Mittelwerthe der Bodentemperatur ab, im Feldboden mehr wie im Waldboden, und zwar um so stärker, je höher über dem Meeresspiegel der Boden gelegen ist. LEYST[4] hat für Nukuss gleicherweise eine Abnahme der Temperatur ermittelt und diese aus den Niederschlagsverhältnissen erklärt.

Wir haben in eben angeführtem Satze schon ein unterschiedliches Verhalten des Feld- und Waldbodens erkannt. In vorstehender Abhandlung wurden die Temperaturverhältnisse des Feld- und Waldbodens einer und derselben Gegend eingehend verglichen. Es ergaben sich noch andere bemerkenswerthe Unterschiede in dem Verhalten beider Böden. Wir wollen daher auf Grund der Einzelresultate die Hauptergebnisse unserer Arbeit kurz zusammenfassen.

Die Vertheilung der Temperatur in der Bodenkrume ist von der geographischen Breite, der Erhebung über den Meeresspiegel und von der Wärmeleitungsfähigkeit des Bodens abhängig. Letztere ist eine Function der geognostischen Bodenbeschaffenheit und be-

---

[1] cf. GÜNTHER, „Lehrbuch der Geophysik" I. Stuttgart 1884. p. 301. „Eine der wichtigsten Stationen ist die zu Königsberg i. Pr. von DORN eingerichtete und von ihm in einer eigenen Monographie beschriebene." cf. auch: LEYST, Untersuchungen über die Bodentemperatur in Königsberg i. Pr. l. c. p. 67.

[2] cf. Anhang zum Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologencongresses zu Wien 1873. No. X. p. 105—109. BRUHNS: Ueber die Beobachtung der Erdbodentemperaturen.

[3] In der Tiefe von 3 m, wo die Jahresamplitude nur 8° bis 9° beträgt, wird deren Betrag durch die Art der Aufstellung um 35 % geändert; cf. BRUHNS l. c. p. 4.

[4] LEYST, l. c. p. 307.

Digitized by Google

sonders der Feuchtigkeit. Der Einfluss des Wassers in allen drei Aggregatzuständen ist zu verfolgen. Schliesslich wirken eine Reihe anderer Factoren, als: Structur und Farbe des Bodens, Lockerung und Korn desselben, Neigung des Geländes u. s. w. auf die Wärmevertheilung im Erdboden ein. Es ergiebt sich hieraus, dass die Temperaturverhältnisse im Waldboden andere sein müssen als im Feldboden. Denn die Insolation des Feldbodens ist eine directe, die des Waldbodens durch das Blätterdach gehindert; die Niederschlagsmengen sind im Walde geringer, die Schneedecke dagegen ist höher und anhaltender. Im Jahresmittel ist daher die Oberfläche des Feldbodens von allen Schichten der Krume am wärmsten; sie ist auch wärmer als die Luft, da diese ihre Wärme durch Ausstrahlung des Erdbodens erhält. Mit der Tiefe nehmen die Temperaturen ab, doch ist die unterste Schicht der Krume immer noch wärmer als die Luft. Die Temperaturen im Feldboden sind höher wie im Waldboden. So ist die Oberfläche des Feldbodens mehr als 2^0, die Luft über demselben nahezu 1^0 wärmer als im Walde. In letzterem sind überhaupt viel stabilere Verhältnisse. Hier sind nahezu alle Schichten der Krume gleich warm, die Abnahme der Temperatur mit der Tiefe ist also sehr gering. Die Waldluft zeigt nahezu dieselbe Temperatur wie die Oberfläche.

Was nun die Temperaturvertheilung in den einzelnen Monaten anbelangt, so ist die Oberfläche des Feldbodens in allen Monaten bis auf Februar und März ebenfalls wärmer als die Luft. Im Juni ist der Unterschied beider Temperaturen am grössten, im März am kleinsten. Oberfläche und Luft haben ihr Temperaturmaximum im Juli, ihr Minimum im Januar. Zwischen April und Mai schwellen die Temperaturwerthe am stärksten an, zwischen September und October nehmen sie am meisten ab. Und zwar ist für die Oberfläche das Anschwellen im Frühling stärker wie das Sinken im Herbst, für die Luft dagegen umgekehrt. Im Walde dagegen ist im Frühjahr und Sommer die Bodenoberfläche kälter, im Herbst und Winter wärmer als die Luft. Das Maximum des An- und Abschwellens der Temperaturen erfolgt in denselben Zeiten wie im Felde. Die Feldluft ist auch in den einzelnen Monaten wärmer wie die Waldluft. Die Differenzen zwischen der Luft im Freien und im Walde sind im Sommer am grössten, vermindern sich nach dem Herbst hin und verschwinden fast ganz im Winter. Nur im Winter ist die Oberfläche des Waldbodens wärmer wie die des Feldbodens. Im Juni unterscheiden sich die Temperaturwerthe am meisten, im December und Januar am wenigsten. Es übt daher der Wald auf die Temperatur des Bodens im Sommer den grössten, im Winter den kleinsten Einfluss aus. Im Winter ist ferner der Unterschied zwischen der Temperatur der Oberfläche und der Luft im Walde grösser wie im Felde. Oberflächen- und Lufttemperatur nehmen von Monat zu Monat im Felde stärker ab oder zu als im Walde, mit Ausnahme des Frühlings.

Die Hauptschwankungen im Herbst und Frühjahr hängen mit

Digitized by Google

den Schneeverhältnissen zusammen. Im Walde ist die Schneedecke höher. Der Schutz, den dieselbe dem Boden gewährt, ist jedoch für den Freilandboden erheblicher. Dauert die Kälte länger an, so kann die Schneedecke der Bodenoberfläche auf die Dauer keinen Schutz gegen Ausstrahlung der Wärme mehr gewähren. Wie aber einerseits die Schneedecke den Boden gegen Abkühlung schützt, so hindert sie auch im Frühjahr dessen Erwärmung. Während der Schneeschmelze im Februar und März wird dem Boden eine beträchtliche Menge Wärme entzogen. So erklärt es sich auch, dass in diesen Monaten die Luft über dem Felde wärmer ist wie die Oberfläche; ferner das starke Anschwellen der Temperaturen von April nach Mai.

Unter dem Schneeboden sind naturgemäss die Temperaturschwankungen geringer.

Im Feld- und Waldboden nimmt von October bis März die Temperatur von oben nach unten zu, von April bis September ab. Die stärkste Zunahme erfolgt im December, die stärkste Abnahme im Juni, und zwar ist die Zunahme kleiner wie die Abnahme in genannten Monaten. Im Waldboden sind Zunahmen und Abnahmen kleiner, Februar und März wieder ausgenommen, wo im Walde entsprechend der höheren Schneedecke die Zunahme mit der Tiefe grösser wird. Nicht nur die Oberfläche des Waldbodens ist im Winter wärmer wie die des Feldbodens, sondern auch die gesammte Waldkrume. Die Temperaturunterschiede der tieferen Schichten der Feld- und Waldkrume sind geringer wie an der Oberfläche, zumal im Frühjahr und Sommer. Von September bis März endlich ist die Krume wärmer als die Luft.

Was nun den Unterschied der Temperaturen um 8 Uhr Vormittags und 2 Uhr Nachmittags anbelangt, so sind im Jahresmittel im Feldboden Unterschiede bis 0,60 m zu bemerken, im Waldboden nur bis 0,30 m. Um 2 Uhr ist die Schicht 0,15 m und die Oberfläche wärmer als um 8 Uhr; die Schicht 0,30 m bis 0,60 m wärmer oder kälter, oder gleich warm. Die Schicht 1,20 m ist um 8 Uhr wärmer, um 2 Uhr kälter als die Oberfläche. In allen Monaten treten Temperaturunterschiede zwischen genannten Zeiten ein; im Winter sind diese am geringsten, im Sommer am beträchtlichsten. Im Herbst endlich sind die Temperaturen der mittleren und unteren Schichten der Krume am Vormittag höher wie am Nachmittag.

Mit der Erhebung des Beobachtungsortes über den Meeresspiegel treten in dem hier geschilderten Temperaturgange Verschiebungen ein.

Alle Temperaturen nehmen mit der Erhebung des Ortes ab. Im Jahresmittel ist die Abnahme der Temperatur mit der Tiefe stärker. Der Unterschied zwischen der Temperatur der untersten Schicht der Krume und der Luft wird demnach ebenfalls geringer, doch hängt derselbe von der Seehöhe allein nicht ab. Im Waldboden ist die erörterte Abnahme geringer. Die Abnahme der Temperatur ist in den einzelnen Monaten verschieden. Im Feldboden

Digitized by Google

erfolgt für die Oberfläche und die Luft die geringste Abnahme im Januar, die grösste für die Luft im Juni, für die Oberfläche im April. Im Waldboden sind die Abnahmen erheblicher. Ebenfalls im Januar tritt die Minimalabnahme ein, die Maximalabnahme dagegen für die Luft im April, für die Bodenoberfläche im Juni. Mit zunehmender Erhebung über den Meeresspiegel erhöht sich die Bodentemperatur im Vergleich zur mittleren Lufttemperatur. Die Oberfläche des Gebirgsbodens und der Hochebene wird also relativ stärker erwärmt wie der Boden der Tiefebene. Die relativ stärkste Erwärmung erfährt die Hochebene, und zwar im Sommer. Das Anschwellen der Luft- und Oberflächentemperatur zwischen April und Mai, Juni und Juli ist mit steigender Seehöhe stärker, die Zu- und Abnahmen der Temperatur in den anderen Monaten dagegen sind geringer. Im Feldboden endlich ist das stärkere Anschwellen nicht so beträchtlich wie im Waldboden.

Die Schwankungen der Temperaturen im Boden werden geringer, besonders im Winter, wo die höhere Schneedecke ihren schützenden Einfluss abermals geltend macht.

Wie einestheils mit steigender Seehöhe die Temperaturen niedriger werden, so werden auch die Temperaturabnahmen nach der Tiefe hin grösser, die Zunahmen dagegen, bis auf Februar und März, kleiner. Die Ab- und Zunahmen sind im Walde beträchtlicher.

Im Frühling nimmt die mittlere Temperatur der Bodenoberfläche im Felde mehr zu wie im Walde, dagegen fällt im Sommer und Herbst die mittlere Lufttemperatur über dem Freilandboden erheblicher wie über dem bedeckten.

Die Maxima der Luft und der Oberfläche fallen im Felde in den Juni, im Walde in den Juli; die Minima bei beiden in den Januar. Mit zunehmender Bodentiefe werden die Maxima kleiner, die Minima grösser, also die Amplituden kleiner. Dabei verspäten sich die Eintrittszeiten der Extreme immer mehr. Die Verspätung wächst mit der Seehöhe und für die Minima mehr wie für die Maxima. Mit steigender Seehöhe werden in allen Schichten die Maxima und Minima kleiner; dabei nehmen die Maxima mehr ab als die Minima. Je tiefer man in die Krume dringt, um so stärker werden die Abnahmen.

Die extremen Werthe des Feldbodens sind etwas höher wie die des Waldes; mit wachsender Seehöhe nähern sich Feld- und Waldwerthe immer mehr. Die extremen Werthe treten im Waldboden später ein wie im Feldboden; auch rücken die Eintrittszeiten mit steigender Erhebung immer mehr zusammen.

In allen Bodenschichten verlangt der Abfall vom zweiten Medium zum Minimum die längste Spanne Zeit, der Anstieg vom Minimum zum ersten Medium die kürzeste. Der Abstand der beiden Medien ist in allen Bodenschichten nahezu gleich 5,8 Monaten im im Felde, 5,9 Monaten im Walde. Der Anstieg vom Minimum zum ersten Medium erfolgt im Feldboden rascher wie im Waldboden; der Anstieg vom ersten Medium zum Maximum und der Abfall vom Maximum über das zweite Medium zum Minimum langsamer.

Digitized by Google

Bezüglich der absoluten Grösse der Extreme ist zu bemerken, dass die Grenzen, zwischen welchen sich die Maximalwerthe bewegen, nur für die tiefer gelegenen Böden enger sind wie die der Minimalwerthe. Das Schwankungsgebiet beider Extreme wird mit zunehmender Bodentiefe und Seehöhe kleiner. Die Maximalwerthe der Luft liegen zwischen Mai und August, die Minimalwerthe zwischen November und März. Die Maximalwerte der Oberfläche liegen zwischen Juni und September, die Minimalwerthe zwischen December und März. Das Zeitgebiet, innerhalb dessen die Maximalwerthe verlaufen, ist kleiner wie das der Minimalwerthe. Die grössten Minimaltemperaturen der Luft sind über dem Feld- und Waldboden nahezu gleich; die grössten Maximaltemperaturen der Luft über dem Felde erheblich höher wie im Walde.

Mit zunehmender Bodentiefe und steigender Seehöhe vermehren sich die extremen Werthe, welche drei Tage oder länger anhalten, und zwar die Minima mehr wie die Maxima. Im Feldboden haben wir mehr Minimalperioden als im Waldboden. Je tiefer wir in den Boden eindringen, um so anhaltender werden die extremen Werthe und zwar um so mehr, je höher der Boden gelegen ist. Die Luft zeigt kein andauerndes Extrem. Anhaltende Minima liegen im Waldboden schon in weniger tiefen Schichten, doch sind sie im Feldboden an entsprechender Stelle andauernder.

Die längsten Maximalperioden fallen im Feldboden in den August, im Waldboden ebenfalls, verschieben sich jedoch mit zunehmender Seehöhe nach dem September. Die andauerndsten Minimalperioden liegen im Feldboden im Februar, im Waldboden im März. Beide verschieben sich mit zunehmender Höhe nach dem April. Mai und Juni, sowie November und December sind frei von Extremperioden, die drei Tage oder länger dauern.

Endlich sind die Maxima um 2^h Nachmittags in den oberen Schichten höher wie um 8^h Vormittags. Die Unterschiede sind im Feldboden grösser wie im Waldboden, für die Maxima erheblicher wie für die Minima.

Wir haben im Eingange dieser Zusammenfassung bemerkt, dass die Feuchtigkeitsverhältnisse ganz besonders die Wärmeleitung im Erdboden beeinflussen. Der Einfluss der Schneedecke wurde hervorgehoben. Die unterschiedlichen Mengen der atmosphärischen Feuchtigkeit in verschiedenen Höhen kamen andererseits in dem abweichenden Verhalten der Hoch- und Gebirgsböden zum Ausdruck. Es gelang, ziffernmässig nachzuweisen, dass der jährliche Gang der Bewölkung eine Erhöhung der Bodentemperatur zur Folge hat, dass ferner die Bewölkung auf den Gang der Temperatur jeweils einwirkt. Bei geringerer Bewölkung ist die mittlere Lufttemperatur im Winter niedriger, sonst höher. Bei stärkerer Bewölkung nimmt der Ueberschuss der Lufttemperatur mit zunehmender Seehöhe ab, bei schwächerer Wolkendecke jedoch zu.

Auf den Boden lässt sich der Einfluss der Bewölkung in allen Monaten und allen Schichten der Krume verfolgen; mit zunehmender

Digitized by Google

Bodentiefe nimmt er wohl ab. Der Einfluss ist geringer in der Hochebene und in Gebirgsböden als in der Ebene. Im Sommer und Frühjahr ist der Einfluss am grössten, im Winter am kleinsten. Bei grösserer Bewölkung sind die Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Schichten kleiner als bei geringerer Bewölkung. Alle diese Thatsachen führten uns zu dem Satze, dass bei grösserer Bewölkung der Boden ein besserer Wärmeleiter ist als bei schwächerer Bewölkung. Wir kommen zu dem Schlusse, dass die meisten Temperaturschwankungen im Erdboden durch die grössere oder kleinere Feuchtigkeit des Bodens oder der Umgebung zu erklären sind[1], dass daher mit den Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens gleichzeitig die Bewölkung, die Feuchtigkeit der Luft und des Bodens, endlich der Stand des Grundwassers aufgezeichnet werden muss. Erst wenn deren Einfluss auf die Bodentemperatur durch zahlreiche Untersuchungen genau bestimmt ist, kann die allgemeine Lösung des mathematisch-physikalischen Problems der Wärmeleitung im gemischten Erdboden erhofft werden.

[1] cf. v. Bezold, Der Wärmeaustausch an der Erdoberfläche und in der Atmosphäre. Sitzungsber. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. LIV. 1892. 22. December. p. 1178.

Digitized by Google

Lebenslauf.

Wilhelm Boller, geboren am 5. März 1864 zu Frankfurt a. M., evangelischer Confession, Ostern 1883 von dem Realgymnasium „Musterschule“ zu Frankfurt a. M. mit dem Zeugniss der Reife entlassen, widmete sich dem Studium der Mathematik und Naturwissenschaften zu Strassburg und Berlin. Zu Strassburg bestand er am 1. März 1890 das Examen pro facultate docendi und ist seit Ostern 1890 an der Oberrealschule zu Strassburg als Lehrer thätig. Seit dieser Zeit beschäftigte er sich besonders mit Geographie.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinen Universitätslehrern meinen bleibenden Dank auszusprechen, besonders Herrn Professor Dr. Gerland-Strassburg, unter dessen Leitung und mit dessen freundlicher Unterstützung vorliegende Arbeit entstand.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

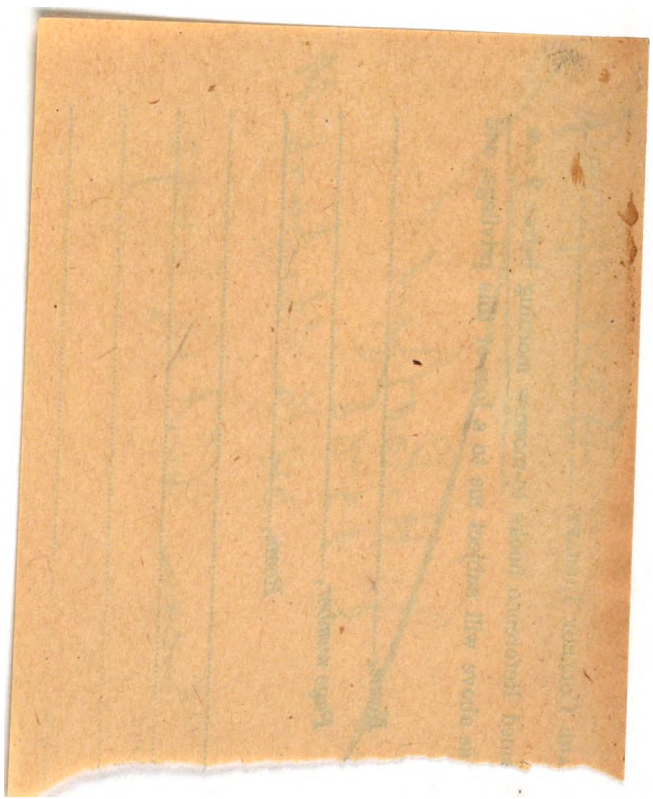
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google